

CENTRALE TERMOELETTRICA DI PORTO TOLLE

TRASFORMAZIONE A CARBONE DELL'IMPIANTO

Studio comparativo tecnico dettagliato delle
 vie di accesso tramite la laguna di
 Barbamarco e la Busa di Tramontana






Codice
 5000P06191

Allegato

A

RELAZIONE

Rev.	Descrizione	Redazione	Verifica	Riesame	Data
00	EMISSIONE	TRONDOLI LINDA 	TRONDOLI LINDA 	USAN GIANNI 	SETTEMBRE 2007



Direttore tecnico: Ing. Gianfranco Zoletto

PROTECNO s.r.l. - Padova

PROTECNO

Direttori tecnici: Prof. Ing. Attilio Adami
 Dott. Ing. Giannarturo Comola
 Collaboratore: Phd. Ing. Alvise Benetazzo

Sommario

1.	DESCRIZIONE E FINALITA' DELLO STUDIO	1
2.	COLLEGAMENTO NAVE STORAGE – CENTRALE ENEL DI PORTO TOLLE: CONSIDERAZIONI SULLE POSSIBILI VIE D'ACCESSO.	2
3.	ALTERNATIVA A – DA E PER CENTRALE ENEL: INGRESSO DA MARE DALLA BOCCA SUD, ATTRAVERSAMENTO DELLA LAGUNA DI BARBAMARCO, VARCO GOVERNATO DI ACCESSO ALLA BUSA DI TRAMONTANA E PERCORSO PER UN TRATTO LUNGO LA BUSA DI TRAMONTANA.....	7
4.	ALTERNATIVA B – DA E PER LA CENTRALE ENEL: PERCORSO LUNGO IL RAMO BUSA DI TRAMONTANA	20
5.	LE DUE SOLUZIONI ALTERNATIVE A CONFRONTO.....	32
6.	DRAGAGGIO IN AMBIENTE LAGUNARE	51
7.	CONCLUSIONI	56

ALLEGATO B: PLANIMETRIA scala 1:5000

ALLEGATO C: DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

1. DESCRIZIONE E FINALITA' DELLO STUDIO

Nell'ambito del progetto di conversione a carbone della centrale Termoelettrica di Porto Tolle presentato da Enel nel Maggio 2005 ed in seguito alla nota integrativa ad Enel del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, prot. DSA – 2007 – 0022742 del 13 agosto 2007, si è resa necessaria una ulteriore integrazione allo Studio di Impatto Ambientale.

La seguente relazione approfondisce, per la parte tecnica, il tema richiesto ad Enel relativamente al punto 2 della suddetta nota, di seguito riportato “*Studio dettagliato della via di accesso tramite la laguna di Barbamarco, tenendo conto di parametri quali la sensibilità delle aree attraversate, la sicurezza rispetto ad eventi incidentali, le modalità e le tempistiche associate ai trasporti, i disturbi indotti sugli habitat locali, le interferenze con le attività antropiche eventualmente già in essere, le eventuali attività di dragaggio, le opere di difesa, l'accessibilità all'impianto; il tutto, dove applicabile, in riferimento ad entrambe le fasi di realizzazione e gestione. Lo studio dovrà essere corredato della relativa Valutazione di Incidenza ex DPR 120/03*”, mentre per lo studio di incidenza si rimanda ad apposito documento predisposto dal CESI SpA per Enel ed allegato a parte.

Enel si è avvalsa per lo sviluppo della parte tecnica del presente studio della società Adria Infrastrutture SpA, che ha già collaborato con Enel per l'analisi delle possibili interazioni mare-lagune deltizie-Fiume Po nell'ambito di approfondimenti tematici funzionali alla preparazione delle successive fasi progettuali di dettaglio della conversione a carbone di Porto Tolle.

Quanto segue analizza e mette a confronto, le ipotesi di tragitto relative all'attraversamento tramite la Laguna di Barbamarco e tramite la Busa di Tramontana (quest'ultima con riferimento alla prescrizione n. 3 della Delibera Regionale n. 150 del 30 gennaio 2007), per analizzarne i relativi aspetti progettuali.

2. COLLEGAMENTO NAVE STORAGE – CENTRALE ENEL DI PORTO TOLLE: CONSIDERAZIONI SULLE POSSIBILI VIE D’ACCESSO.

Nell’ambito del progetto di conversione a carbone della centrale Enel di Porto Tolle, è previsto che il rifornimento di combustibile avvenga da mare. Per accedere alla centrale Enel il percorso più diretto ipotizzabile è senza dubbio quello che penetra dal mare seguendo uno dei tre rami terminali nei quali si suddivide il corso principale del Po di Venezia, sulla cui sponda, in destra idrografica, è ubicata la centrale Enel situata nel comune di Porto Tolle (Figura 1).

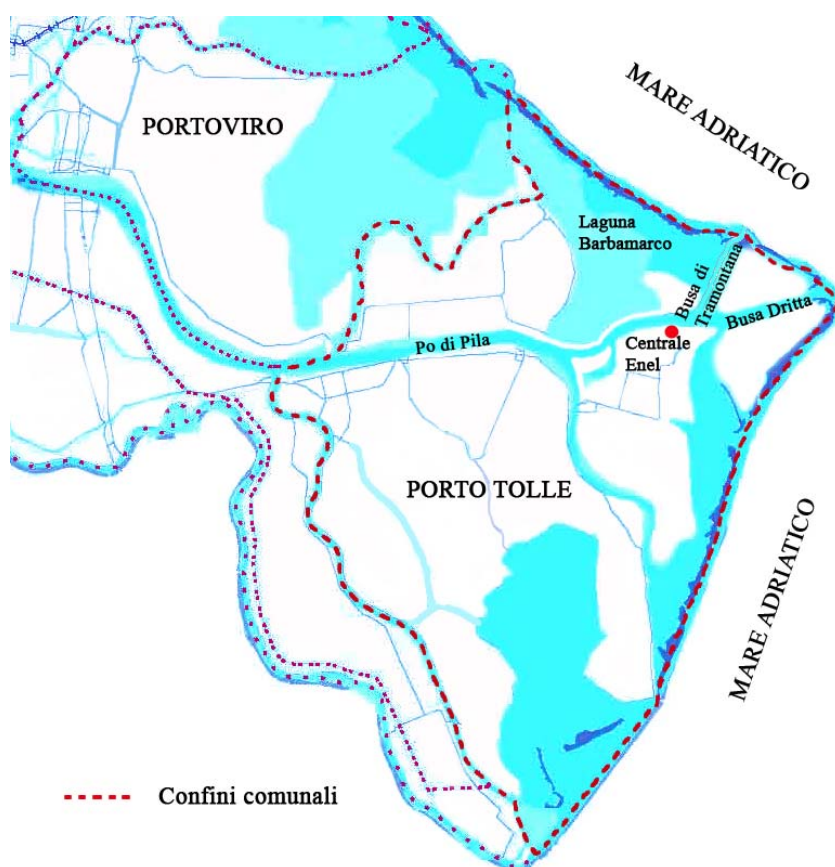


Figura 1 - Confini del comune di Porto Tolle e localizzazione della centrale Enel.

Il corso principale del fiume Po, a valle della biconca di Volta Grimana fino alla incile del Po di Tolle, è denominato Po di Venezia. A valle dell’incile del Po di Tolle, il fiume Po cambia denominazione assumendo il nome di Po di Pila. In prossimità della foce (in prossimità della centrale Enel) il corso principale del fiume si divide in ulteriori tre rami che portano al mare: in direzione nord la “Busa di Tramontana”, verso est la “Busa Dritta”, e in direzione Sud la “Busa di Scirocco”. La Busa Dritta poi, nello sfociare in mare si divide in due ramificazioni contrapposte a causa dell’esistenza di una naturale barra di foce che ha indirizzato verso nord e verso sud le correnti in uscita dalla Busa Dritta.



Figura 2 - Denominazione dei rami del delta del Po e delle prossime aree deltizie. In Figura è anche evidenziata la Centrale Enel.

Fra questi rami, quello che più si presta all'accesso alla centrale Enel è il ramo della Busa di Tramontana (Figura 2). Infatti, la foce a mare di questa Busa è naturalmente protetta dai venti dominanti di Scirocco ed inoltre, il gioco delle correnti in uscita dal fiume e quelle costiere hanno contribuito a formare una barra di foce che naturalmente devia le correnti fluviali verso Nord-Ovest. Questo ha permesso di mantenere una via navigabile; infatti, attraverso la foce, ed in condizioni di alta marea, entrano ed escono i pescherecci di Pila che utilizzano gli attracchi del Porto Villaggio Pescatori lungo il Po. La Busa Dritta, punta estrema in estensione verso il mare, è invece esposta sia ai venti di Scirocco che a quelli di Bora, presenta una morfologia di foce estremamente instabile e variabile, comunque in evoluzione continua e non offre alcuna possibilità di impiego come canale di accesso dal mare.

La Busa di Scirocco ha caratteristiche morfologiche simili alla Busa di Tramontana ma la foce risulta esposta ai venti di Scirocco che hanno frequenza ed intensità decisamente superiori a quelli di Bora. Inoltre la conformazione costiera presenta un'inclinazione dei fondali molto più dolce rispetto a quelli a Nord della foce della Busa Dritta, motivo per il quale i fondali non sono sufficienti per il mantenimento del passo navigabile, se non a fronte di pesanti interventi manutentivi, o di armatura della foce.

Alternativamente all'accesso attraverso le Buse del fiume Po, il transito da e per la centrale Enel potrebbe essere eseguito attraverso la laguna di Barbamarco (Figura 3).



Figura 3 - Localizzazione Laguna di Barbamarco.

Infatti, in sinistra idrografica della Busa di Tramontana, esiste un varco di accesso alla adiacente laguna di Barbamarco governato da una porta vinciana. Inoltre, la laguna comunica con il mare attraverso due bocche. Dal punto di vista ecologico, la laguna di Barbamarco è un tipico ambiente di transizione con caratteristiche chimiche proprie ed un trofismo particolari, diversi sia dall'ambiente marino sia da quello fluviale, occupa una superficie di circa 800 ha e i fondali sono genericamente piuttosto bassi in tutto il bacino lagunare.

La laguna di Barbamarco risulta delimitata a Est dalla stessa Busa di Tramontana, ad Ovest Nord-Ovest dalla foce del Po di Maistra e a Nord Nord-Est dalla difesa litoranea lungo la quale si aprono due varchi: la Bocca Sud e la Bocca Nord che garantiscono attraverso le fasi mareali un sufficiente ricambio d'acqua. La Bocca Sud, della larghezza di circa 60 m, è particolarmente attiva dal punto di vista idrodinamico: il flusso delle correnti di marea che dominano il regime idraulico della laguna favorisce, unitamente all'intenso traffico dei pescherecci da e per il porto commerciale di Pila, il mantenimento attraverso tale bocca di fondali minimi quasi ovunque superiori a 3.5 m s.l.m.m. ÷ 4.0 m s.l.m.m. e non superiori a 2.5 m s.l.m.m., in corrispondenza della barra di foce. La Bocca Sud è oggi armata in modo provvisorio mediante due serie di palancole metalliche, difese che però non sono in grado di assicurare il

mantenimento del passo navigabile in tutte le condizioni di marea, e quindi il fondale va periodicamente monitorato e frequentemente dragato. Dal punto di vista idrodinamico, per maree tipiche delle condizioni di sizigie, quando le correnti sono più sostenute, le velocità massime nella bocca in fase di flusso e di riflusso non superano 1.5 m/s, permettendo, quindi, ai pescherecci di superare senza problemi la bocca.

Sulla base delle considerazioni fatte, si ritiene che la Busa di Tramontana e la laguna di Barbamarco si prestino ad essere utilizzate come percorsi di accesso da mare alla centrale Enel.

Al fine di garantire il rifornimento di carbone alla centrale Enel, sono stati quindi ulteriormente approfonditi due possibili percorsi a doppio senso di marcia per il transito delle navi fluvio-marine che nel seguito saranno denominati alternativa A ed alternativa B (Figura 4):

Alternativa A: ingresso da mare dalla Bocca Sud, attraversamento della laguna di Barbamarco, varco governato di accesso alla Busa di Tramontana e percorso per un tratto lungo la Busa di Tramontana.

Alternativa B: percorso lungo la Busa di Tramontana.

Entrambi i percorsi hanno un tratto in comune: partendo dalla Centrale Enel di Porto Tolle, in sponda destra idrografica del Po di Pila, in sinistra idrografica si dirama la Busa di Tramontana che dopo circa 1900 m dall'incile presenta sul suo argine sinistro una porta vinciana che separa le acque dolci del fiume dalle acque marinizzate della laguna di Barbamarco.

L'accesso da mare attraverso la laguna di Barbamarco richiederebbe l'attraversamento della laguna dalla Bocca Sud al varco che la separa dalla Busa.



Figura 4 - Rappresentazione planimetrica dei percorsi analizzati: alternativa A (Laguna di Barbamarco) e alternativa B (Busa di Tramontana).

3. ALTERNATIVA A – DA E PER CENTRALE ENEL: INGRESSO DA MARE DALLA BOCCA SUD, ATTRAVERSAMENTO DELLA LAGUNA DI BARBAMARCO, VARCO GOVERNATO DI ACCESSO ALLA BUSA DI TRAMONTANA E PERCORSO PER UN TRATTO LUNGO LA BUSA DI TRAMONTANA.

L'alternativa A (Figura 5) prevede che le navi fluvio-marine, dalla nave storage a mare, accedano alla centrale attraversando la laguna di Barbamarco e successivamente percorrano un tratto della Bussa di Tramontana.



Figura 5 – Alternativa di percorso A.

La laguna di Barbamarco è situata in adiacenza alla Bussa di Tramontana e attualmente comunica con il mare attraverso due bocche (la Bocca Sud e la Bocca Nord) che si aprono sul litorale alle due estremità opposte del cordone sabbioso che separa la laguna stessa dal mare. La Bocca Nord, una volta via di comunicazione con il mare (attualmente parzialmente insabbiata), è ora in fase di ripristino da parte del Consorzio Delta Po-Adige. Dal punto di vista morfologico, il litorale Sud della laguna risulta sostanzialmente stabile, con variazioni della linea di riva che non si possono inquadrare in una particolare tendenza evolutiva (erosione o avanzamento della spiaggia), come

evidenziato nella Figura 6.

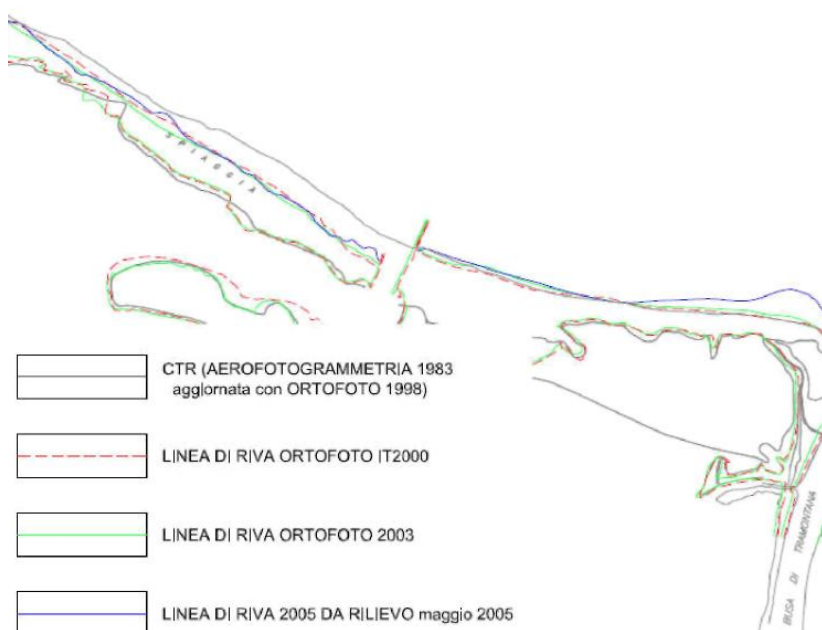


Figura 6 - Recente evoluzione della linea di riva in prossimità della Bocca Sud di Barbamarco. Immagine liberamente tratta da CONSORZIO DI BONIFICA DELTA PO ADIGE - STUDI IDRAULICO-MARITTIMI NELLE LAGUNE DELTIZIE Lagune di Barbamarco e Canarin, Luglio 2006.

Una porta vinciana manovrabile elettricamente controlla il varco che in anni passati metteva in comunicazione diretta la laguna con la Busa di Tramontana (Figura 7).



Figura 7 - Vista frontale della porta vinciana di collegamento tra la Busa di Tramontana e la laguna di Barbamarco.

A valle della porta, all'interno della laguna, era presente un canale della larghezza di

circa 50 m e della profondità di 3 m s.l.m.m., che collegava direttamente la Bocca Sud all'opera di controllo posta tra la laguna e la Busa di Tramontana. Oggi tale canale è completamente interrato, e nella laguna sono quasi ovunque presenti profondità dell'ordine di 1 m s.l.m.m.

Il tracciato del percorso dell'alternativa A si sviluppa attraverso aree con diverse caratteristiche morfologiche ed idrauliche. Le navi fluvio-marine in partenza dalla nave storage, posizionata in mare aperto, percorrono un tratto di circa 5000 m e superano la Bocca Sud, attraversando un tratto di circa 400 m, entrando nella laguna di Barbamarco. Il seguito del tracciato all'interno della laguna avviene con orientamento Sud Sud-Ovest per un tratto di circa 500 m per poi piegare in direzione Sud-Est per una lunghezza di altri 1900 m fino a raggiungere la porta vinciana che regola il transito e l'accesso alla laguna di Barbamarco. E' un manufatto realizzato non molti anni addietro (10-20 anni) e costruito quale opera di presidio fra acque dolci e lagunari e per migliorare il regime idrodinamico lagunare. Esso controlla mediante porte vinciane manovrabili elettricamente il varco fra laguna e Busa di Tramontana.

L'opera di collegamento tra la laguna di Barbamarco e la Busa di Tramontana non è adatta nella sua attuale configurazione alla navigazione delle navi fluvio-marine previste per il mantenimento dell'esercizio della centrale, essendo la sua larghezza di soli 8.5 m: occorre realizzare ex novo il manufatto di collegamento tra la laguna stessa e la Busa di Tramontana, adattandone le dimensioni alla lunghezza e alla larghezza delle navi previste per l'esercizio della centrale. E' opportuno, inoltre, che l'opera sia presidiata con un doppio sistema di paratoie (una in ingresso e una in uscita tra loro opportunamente asservite) in modo da evitare la libera introduzione in laguna di acque del fiume Po (Figura 8).

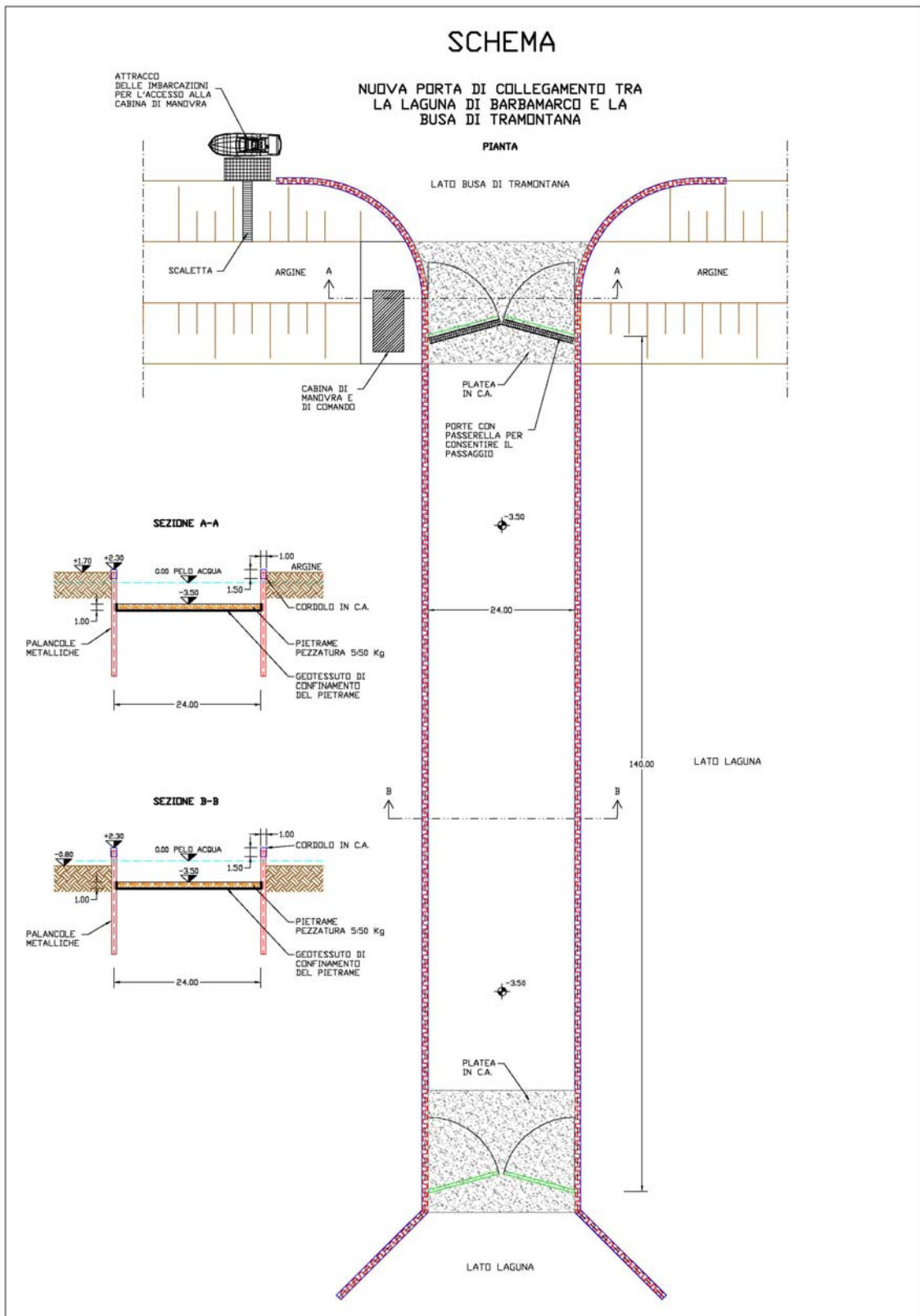


Figura 8 – Schema nuova porta di collegamento tra laguna di Barbamarco e Bussa di Tramontana.

L'impatto dell'opera, pur utilizzando le stesse tecnologie costruttive e gli stessi materiali impiegati nella realizzazione del manufatto esistente, è comunque un intervento di una certa rilevanza se si vuole evitare che avvenga il rimescolamento continuo delle acque marine con quelle dolci del Po, potenziale causa di problemi agli allevamenti di molluschi presenti nell'area.

Superato tale varco, una volta raggiunta la Busa di Tramontana, le navi fluvio-marine proseguono con orientamento Sud Sud-Ovest per un ulteriore tratto di lunghezza di circa 1400 m punto in corrispondenza del quale escono dal ramo della Busa di Tramontana e, mantenendo sempre il medesimo orientamento, raggiungono, dopo aver percorso un ultimo tratto di circa 500 m, la banchina Enel attraversando il Po della Pila. Tutto il percorso indicato deve garantire la quota minima di -3.50 m s.l.m.m. ed ha uno sviluppo totale di 9831 m di cui 5000 m circa per raggiungere la nave storage, 900 m per attraversamento Bocca Sud, 2031 m per l'attraversamento della laguna di Barbamarco e restanti 1900 m per raggiungere la centrale Enel dalla porta vinciana di accesso alla Busa di Tramontana.

Analizzando il tracciato lagunare si può osservare che il fondale interessato non presenta oggi quote sufficienti per la navigazione anzi, la quota media su tutto il tratto è compresa fra -0.70 s.l.m.m e -1.20 m s.l.m.m.

In realtà una decina d'anni fa, al termine dei lavori effettuati per il miglioramento delle condizioni idrodinamiche e di vivificazione dello specchio lagunare, lo stato generale della laguna di Barbamarco presentava una situazione di buona circolazione con una rete di canali interni secondari ramificati su un canale principale largo una cinquantina di metri con profondità di cunetta di almeno -3.00 m s.l.m.m.. Una non attenta gestione della porta vinciana posta a presidio fra fiume e laguna (è rimasta per un lunghissimo periodo sempre aperta) ha provveduto al graduale e completo rinterro del canale principale e di buona parte dei canali di ramificazione, motivi per cui lo stato di specchio d'acqua lagunare presenta oggi una situazione omogenea di bassi fondali a quote variabili fra -0.70 m s.l.m.m e -1.20 m s.l.m.m.

Per permettere il transito bidirezionale (Figura 9) delle navi lungo il percorso qui descritto bisogna provvedere ad un consistente dragaggio: circa 531000 m³.

In Figura 10 vengono indicati i volumi di dragaggio per ciascun tratto del percorso in questione.

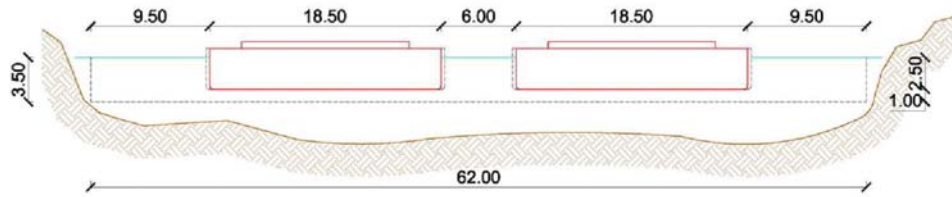


Figura 9 - Parametri geometrici della sezione per la navigazione a due vie. La larghezza di cunetta pari a 62 m corrisponde all' effettiva larghezza del natante in rettilo; nei tratti in curva deve essere assunta una larghezza apparente che dipende dalla deriva, il cui angolo a sua volta dipende dalla manovrabilità del mezzo, dalla sua velocità, dalla velocità della corrente, dall'ampiezza e dal raggio medio R delle curve e dal verso di percorrenza (a favore o controcorrente). E' per questo motivo che gli ingombri riportati nella planimetria allegata, relativamente alle due vie considerate, risultano di larghezza differente.

A causa del forte insabbiamento e per garantire un pescaggio idoneo alla navigazione delle navi fluvio-marine (almeno 3.5 m s.l.m.m.) occorre ripristinare, tramite dragaggio, il canale navigabile che collega la Bocca Sud con il manufatto che interclude il varco di collegamento tra la laguna stessa e la Busa di Tramontana.

L'attraversamento della laguna di Barbamarco richiede quindi lo scavo di un canale sublagunare con larghezza di cunetta pari ad almeno 62 m ed una quota di fondo pari a -3.50 m s.l.m.m., in quanto le navi fluvio-marine che vi devono transitare hanno un pescaggio a pieno carico di 2.50 m e per il loro libero transito hanno bisogno di un franco sottochiglia che consenta di far fronte alla bassa marea ed all'abbassamento di poppa causato dal movimento dell'onda mossa dalla prua in avanzamento. Per lo specchio acqueo esaminato e la velocità delle navi considerata, tale franco è stato assunto pari a 1 m.



Figura 10 - Rappresentazione del percorso lungo la laguna di Barbamarco con indicazione dei vari tratti e dei volumi da dragare in corrispondenza di ciascun tratto.

Il tracciato lagunare si sviluppa anche in adiacenza ad aree dedicate alla mitilicoltura (Figura 11) oltre che a specchi d'acqua dove è necessario intervenire con estrema cautela al fine di preservare l'equilibrio biotopico esistente.

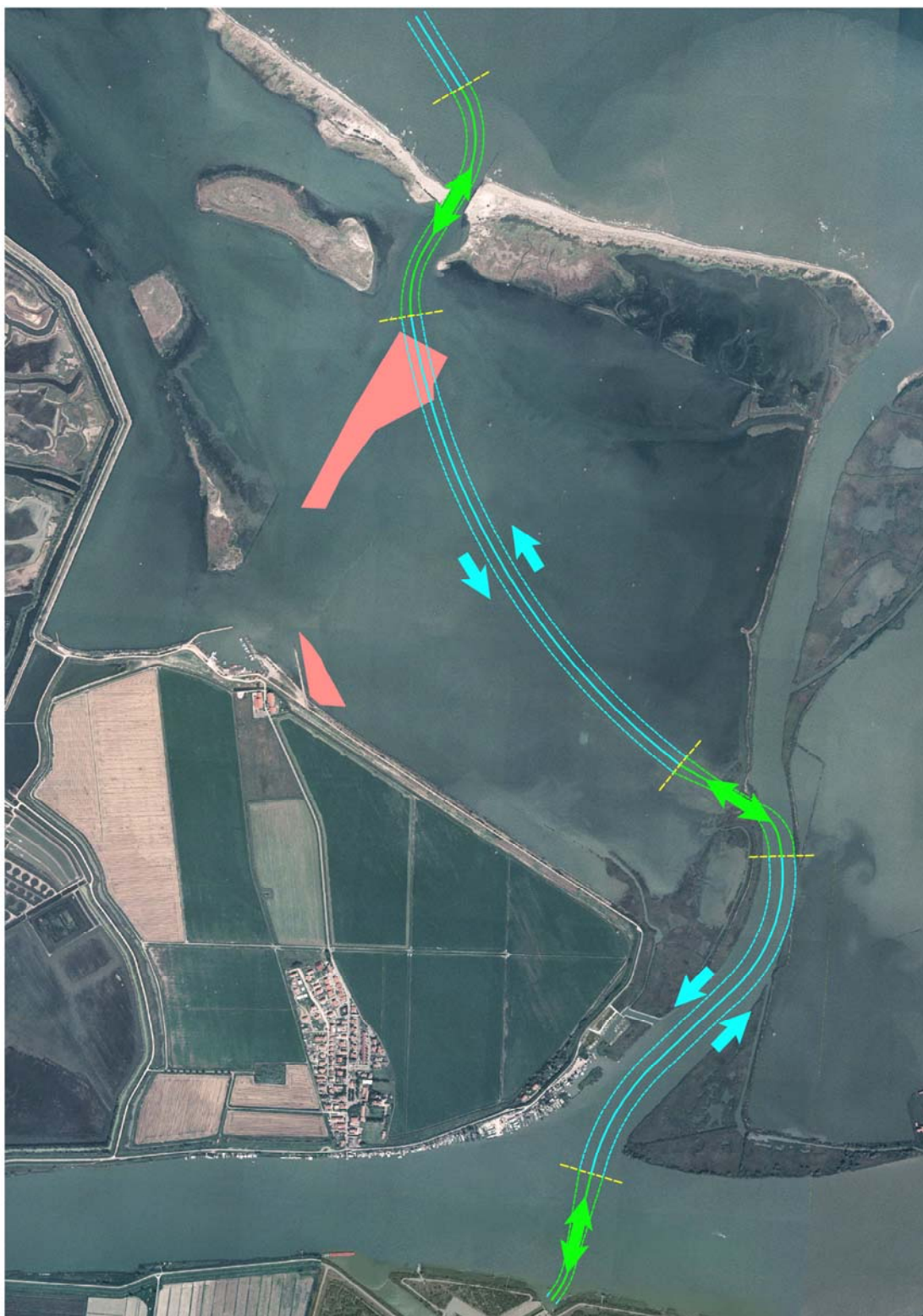


Figura 11 - Interferenza del tracciato con le aree dedicate alla mitilicoltura (aree evidenziate in rosa).

Al termine dell'attraversamento lagunare le navi fluvio-marine si trovano di fronte alla Bocca Sud della laguna di Barbamarco.

L'analisi con modello matematico ha evidenziato che la Bocca Sud della laguna di Barbamarco è soggetta alla formazione di una barra sommersa alla profondità di $2.0 \div 2.5$ m s.m.m. di fronte alla Bocca per effetto, soprattutto, delle correnti mareali attraverso la Bocca stessa. Infatti, le palancole emerse attualmente a protezione della Bocca innestandosi su fondali poco profondi (inferiori a 2 m s.m.m.) non sono in grado di "spingere" verso fondali profondi il materiale sospeso, che quindi si deposita a mare appena oltre i palancolati per effetto del calo delle velocità della corrente.

Al fine del transito delle navi fluvio-marine da e per la centrale, il mantenimento di profondità maggiori a mare oltre la Bocca potrebbe essere ottenuto allungando i moli esistenti fino a profondità dell'ordine di $3.5 \div 4.0$ m s.m.m. Tale soluzione è comunque sconsigliabile, poiché comporterebbe l'allungamento dei moli di centinaia di metri, potendo così provocare un'alterazione dell'equilibrio morfologico del paraggio.

Più praticabile è il tracciamento di un canale a mare di profondità -3.5 m s.m.m., che si sviluppa a sinistra dell'asse della Bocca (Figura 12 e Figura 13). Questo canale sarebbe meno interessato del trasporto di materiale solido attraverso la Bocca e sfruttando il regime delle correnti costiere potrebbe mantenere il passo navigabile con ridotti oneri di dragaggio. Questo è stato confermato con il calcolo eseguito con i modelli matematici, che hanno evidenziato che anche dopo le mareggiate un tale canale mantiene pressoché invariata la propria configurazione plano-altimetrica.

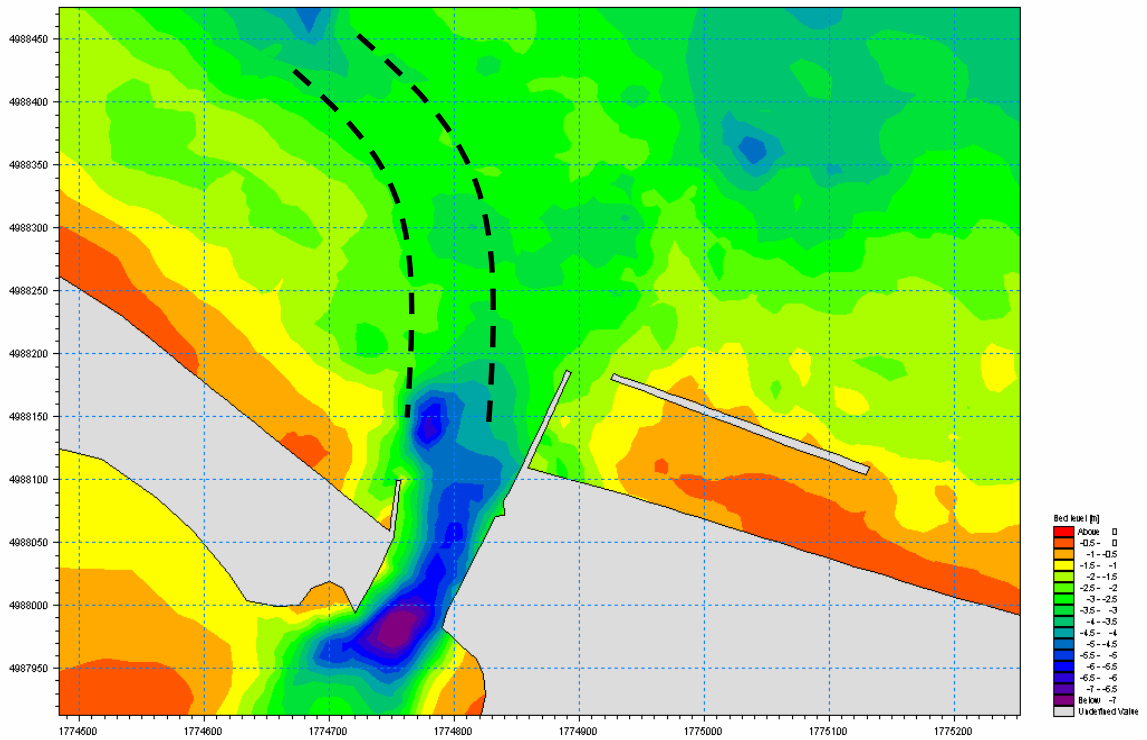


Figura 12 – Possibile percorso del canale navigabile a mare per le navi fluvio-marine da e per la centrale Enel di Porto Tolle.

Al fine, comunque, di garantire la navigabilità a mare è consigliato di proteggere tale canale a mare con delle barriere soffolte poste a lato del canale stesso, che limitino il deposito di materiale, messo in movimento dalle mareggiate, nella trincea scavata per il passaggio delle navi fluvio-marine.



Figura 13 – Vista Bocca Sud della laguna di Barbamarco.

Pertanto, il varco potrebbe essere stabilizzato con strutture soffolte, perfettamente ecocompatibili e facilmente removibili quali possono essere strutture tessili (un esempio è riportato in Figura 14, dove la struttura è visibile prima dell'affondamento) riempite con lo stesso materiale rimosso durante lo scavo del varco o dei fondali della Bocca o ancora con il materiale rimosso per la realizzazione del canale lagunare di accesso alla Bocca Sud. Ovviamente l'intervento, non visibile in superficie dovrà essere opportunamente segnalato al fine di agevolare e rendere sicura la navigazione in ogni condizione meteo-marina.



Figura 14 - Esempi di strutture di protezione impiegabili anche come strutture soffolte.

Il complesso delle opere da eseguire sia in corrispondenza della porta vinciana di collegamento con la Busa di Tramontana che in corrispondenza della Bocca Sud e per quanto riguarda il canale di attraversamento non contrasta in alcun modo con gli interventi a suo tempo realizzati dalla Regione Veneto, attraverso il Consorzio di Bonifica Delta Po Adige, per migliorare la circolazione idrodinamica all'interno della laguna. Esse producono effetti che vanno nella stessa direzione.

Concludendo, il percorso attraverso la laguna di Barbamarco si presenta come una soluzione percorribile per garantire l'accesso alla centrale Enel da mare. Dal punto di vista logistico offre diversi vantaggi in quanto buona parte del tragitto si sviluppa in aree protette da eventi meteo marini ed anche da ondate di piena del Po, almeno per la parte in attraversamento della laguna. Tale soluzione non richiede continui interventi di ripristino della cunetta del canale navigabile che collega la Bocca Sud con la porta

vinciana di collegamento con la Busa di Tramontana, in quanto il grado di interrimento del canale sublagunare è piuttosto limitato, anche in ragione del continuo passaggio delle navi fluvio-marine e dei natanti che praticerebbero tale via.

Il percorso qui descritto presenta già una Bocca di accesso al mare parzialmente armata con moli aggettanti realizzati con palancole metalliche ed oggi utilizzata dalla flotta pescherecci di Pila; il fatto che sia una via d'accesso al mare per i pescherecci, fa sì che la quota dei fondali della Bocca sia continuamente monitorata e all'occorrenza dragata dalle Autorità preposte (Genio Civile Regionale).

In relazione al passaggio delle navi fluvio-marine però, recenti rilievi topobatimetrici effettuati dalla società HYDROSTUDIO, hanno evidenziato l'esistenza di una barra di foce che riduce la quota navigabile a -2.00 m s.l.m.m. circa, non sufficiente per il transito delle navi fluvio-marine (esse richiedono almeno la quota di -3.50 m s.l.m.m.). È d'obbligo quindi procedere all'apertura di un varco attraverso la barra di foce, varco che ha bisogno di essere protetto: si prevede di adottare opere soffolte ed opportunamente segnalate.

Per il raggiungimento della centrale di Porto Tolle una volta superata la Bocca Sud ed entrati in laguna di Barbamarco, percorso il canale navigabile fino all'opera di presidio (sicuramente un'opera che dovrà garantire il minimo scambio fra acque dolci e lagunari quindi in pratica una conca con doppie porte), dopo aver effettuato le necessarie manovre di concata, si dovrà entrare nella Busa di Tramontana per percorrere l'ultimo tratto fino alla centrale in ambiente fluviale. Per questo tratto valgono quindi considerazioni comuni alla via navigabile che interessa la Busa di Tramontana, che è descritta nel Capitolo successivo.

Il percorso attraverso la laguna di Barbamarco quindi interessa diverse realtà ambientali e presenta alcune problematiche che riassumendo possono essere indicate in:

- Il basso fondale tuttora esistente dentro la laguna;
- La tendenza al riformarsi della barra di foce se non vengono eseguiti interventi definitivi di armamento della foce;
- La presenza di installazioni fisse di pescatori all'interno della laguna;
- La potenziale opposizione di una parte dei pescatori e dei mitilicoltori che potrebbero temere un aumento della torbidità causata dal passaggio continuo delle navi fluvio-marine;
- La presenza di una porta vinciana in precarie condizioni che a tutt'oggi non viene praticamente utilizzata.

Per consentire alle navi fluvio-marine di garantire il collegamento nave storage e centrale Enel si richiede l'attuazione di alcuni interventi qui di seguito sommariamente elencati e per il dettaglio dei quali si rimanda al Capitolo 5.

- Dragaggio barra di foce e possibile realizzazione di opere soffolte per il mantenimento dei fondali nella Bocca Sud.
- Dragaggio del canale di navigazione dalla Bocca Sud alla nuova porta di collegamento tra la laguna di Barbamarco e la Busa di Tramontana.
- Realizzazione di una nuova conca di navigazione che sostituisca il manufatto di collegamento tra la laguna di Barbamarco e la Busa di Tramontana ora esistente (porta vinciana).
- Dragaggio della Busa di Tramontana fino alla banchina della centrale Enel (intervento comune anche all'alternativa B).

4. ALTERNATIVA B – DA E PER LA CENTRALE ENEL: PERCORSO LUNGO IL RAMO BUSA DI TRAMONTANA

La Busa di Tramontana è il ramo normalmente utilizzato dai pescherecci che ormeggiano al Porto Villaggio Pescatori per uscire in mare e rappresenterebbe anche una traiettoria percorribile per il collegamento nave storage mobile - centrale termoelettrica di Porto Tolle (Figura 14).

Secondo tale ipotesi il percorso avrebbe una lunghezza totale di circa 9550 m di cui 5000 m circa dalla foce della Busa di Tramontana alla nave storage, 1450 m per attraversamento della foce, 1200 m dalla foce alla porta vinciana di accesso alla laguna di Barbamarco e i restanti 1900 m per raggiungere la centrale Enel.



Figura 15 - La Busa di Tramontana vista dal camino della Centrale Enel di Porto Tolle. In verde è indicato schematicamente il percorso dal mare alla centrale Enel.

Secondo tale alternativa di tragitto, partendo dalla nave storage mobile, le navi fluvio-marine devono affrontare un percorso ad arco trovandosi per un primo tratto con una rotta quasi parallela alla linea di costa. Da un orientamento Sud Sud-Est, seguendo tale andamento curvilineo, girano in direzione Sud Sud-Ovest arrivando in foce della Busa di Tramontana.

L'attuale stato dei fondali nella zona di mare antistante la foce non garantirebbe alle navi fluvio-marine l'ufficiosità del passo navigabile a causa della barra di foce che si forma in corrispondenza del suo sbocco in mare.

Attraversata la foce, le navi fluvio-marine risalgono il ramo della Busa di Tramontana mantenendo un orientamento Sud Sud -Ovest. Lungo l'argine dopo aver percorso un tratto di circa 2400 m, in corrispondenza della deviazione dell'argine verso la Valle

Bonello Bacucco, in destra idrografica, esiste una serie di velme e barene, protette dall'erosione delle correnti da un rivestimento delle sponde in pietrame (Figura 16).



Figura 16 - la Busa di Tramontana: tipologia sponde.



Figura 17 -Tipologia sponda della Busa di Tramontana: pietrame.

Il consolidamento superficiale delle barene è affidato alle varie specie di vegetazione, soprattutto dei canneti che vi crescono spontanei.



Figura 18 -Tipologia sponda della Busa di Tramontana: canneto.

Procedendo lungo la Busa di Tramontana, in sinistra idrografica, dopo aver percorso circa 400 m, si trova la porta vinciana che regola il passaggio dal fiume e viceversa. In destra idraulica, a circa 2900 m dall'imbocco in Busa di Tramontana dal mare, per

una lunghezza di circa 500 m esiste un varco creato da una “rotta” avvenuta nel corso di una delle ultime grosse piene del Po. In corrispondenza della rotta si è creata una turbolenza che nel corso degli ultimi anni è stata causa della formazione di una profonda voragine. Inoltre la rotta ha consentito l’ingresso nella valle Bonello-Bacucco di acqua dolce che ha compromesso la funzionalità della valle stessa.

Superata la rotta, procedendo in direzione Sud Sud-Ovest, la sponda sinistra della Busa di Tramontana è delimitata da un argine che ha solo funzione di divisione fra acque dolci del Po e acque marinizzate della laguna di Barbamarco, si tratta di un argine alquanto precario che necessita di interventi di consolidamento.

Dopo aver percorso interamente la Busa di Tramontana, le navi fluvio-marine raggiungono il Po della Pila. In corrispondenza dell’imboccatura, in destra idrografica si trova un terreno emerso delimitato da arginelli che lo definiscono nelle direzioni Busa di Tramontana e Busa Dritta. In sinistra idraulica si trova il porto Villaggio Pescatori di Pila, ubicato proprio all’imbocco della Busa di Tramontana, di fronte alla centrale Enel ai piedi dell’argine che delimita la punta estrema della terraferma. Poiché l’imboccatura della Busa di Tramontana è molto larga le navi fluvio-marine in transito passano sempre al largo del Porto Villaggio Pescatori non ostacolando quindi in alcun modo le manovre dei natanti che utilizzano quel porto.

Nel 2006, la società CESI S.p.A. per conto di Enel S.p.A. ha eseguito un rilievo morfobatimetrico della Busa di Tramontana e del tratto di mare antistante la foce, mostrando che lungo questa foce del Po è garantita una profondità media di circa 2.5 m s.l.m.m. lungo tutto il percorso, eccezion fatta per lo scanno di foce dove le quote del fondo sono anche localmente superiori a -1.0 m s.l.m.m. come mostrato in Figura 19.

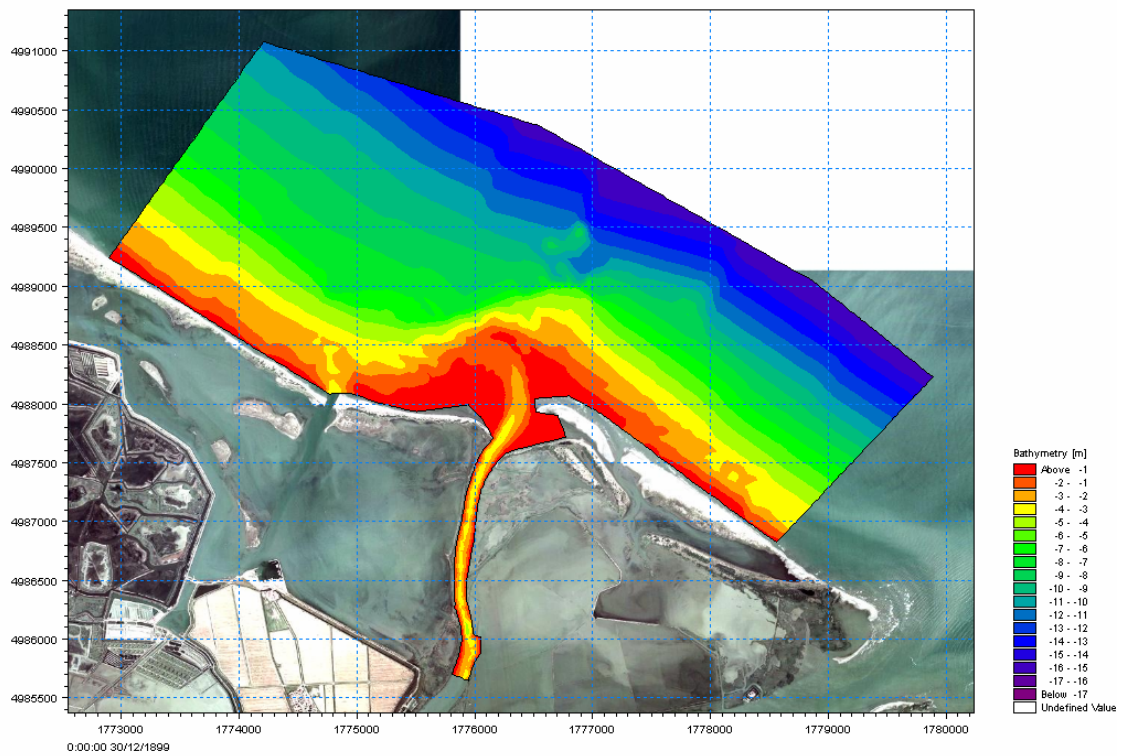


Figura 19 - Ricostruzione tramite modello matematico della profondità attuale dei fondali lungo la Busa di Tramontana.

In queste condizioni, la realizzazione dello scavo di un canale per il transito bidirezionale delle navi fluvio-marine, della larghezza di almeno 62 m e una quota di fondo pari a -3.50 m .l.m.m. richiede un dragaggio di circa 331000 m³ (Figura 20).



Figura 20 -Rappresentazione del percorso lungo la Busa di Tramontana con indicazione dei volumi da dragare per la realizzazione del canale di navigazione.

Le batimetrie rilevate sono state confermate dai risultati di una campagna di misura eseguita nel mese di Gennaio del 2007 dalla società HYDROSTUDIO.

L'accesso da mare per la centrale Enel attraverso la Busa di Tramontana è stato recentemente riverificato tramite uno studio su modello matematico eseguito da Adria-Infrastrutture S.p.A. – Protecno S.r.l. per conto di Enel. Lo studio ha preso in considerazione l'idrodinamica del sistema Delta Po-mare (Figura 21), sia per quel che riguarda il fluire delle portate nei rami deltizi, sia a riguardo dell'effetto sul litorale delle mareggiate. Parte integrante dell'analisi effettuata è stata la verifica morfologica dei fondali della Busa di Tramontana in ragione delle sollecitazioni idrodinamiche cimentanti il sistema.

L'obiettivo era quello di riverificare anche l'accesso alla centrale Enel attraverso la Busa di Tramontana in termini di mantenimento del passo navigabile lungo tutto il percorso di transito delle navi fluvio-marine. La Figura 22 mostra la batimetria della Busa di Tramontana modificata per permettere il transito delle previste navi fluvio-marine.

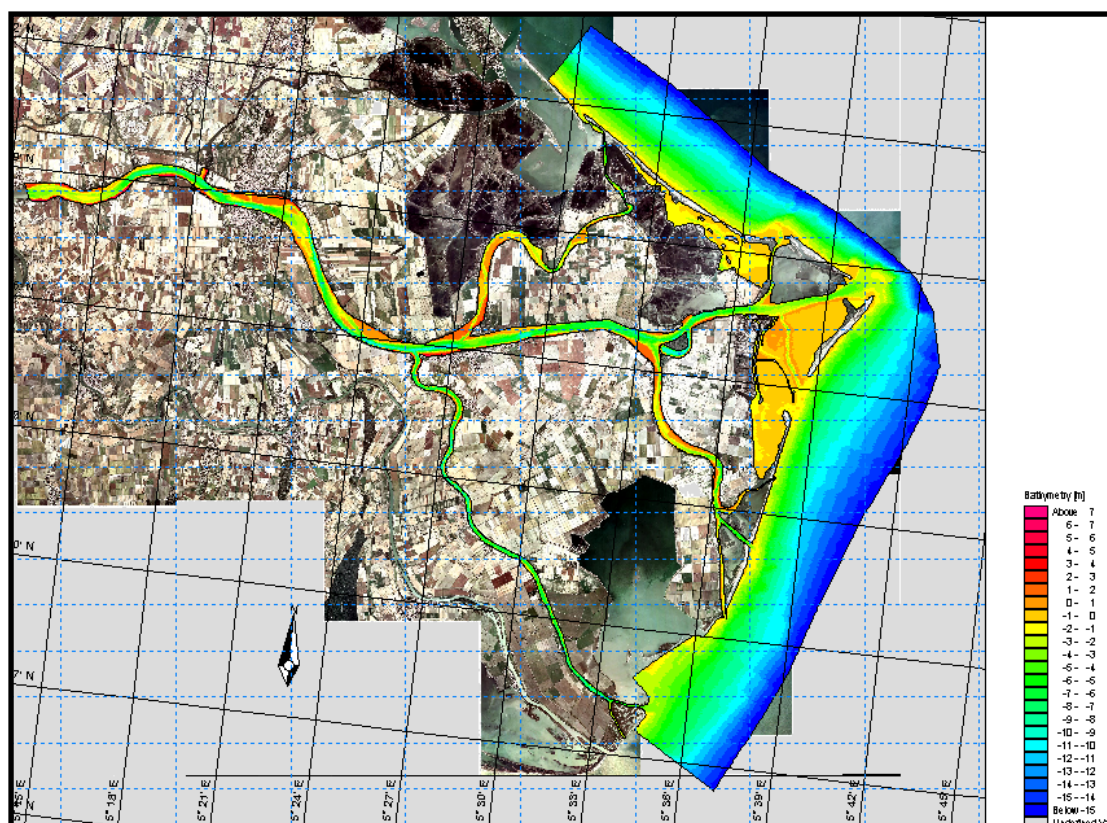


Figura 21 - Modello matematico bidimensionale del delta del fiume Po. Schematizzazione della batimetria da Corbola al mare. Da Nord a Sud sono implementate le tre lagune costiere di Barbamarco, Basson, e Canarin. Il mare è rappresentato fino alla batimetrica -16 m s.m.m.

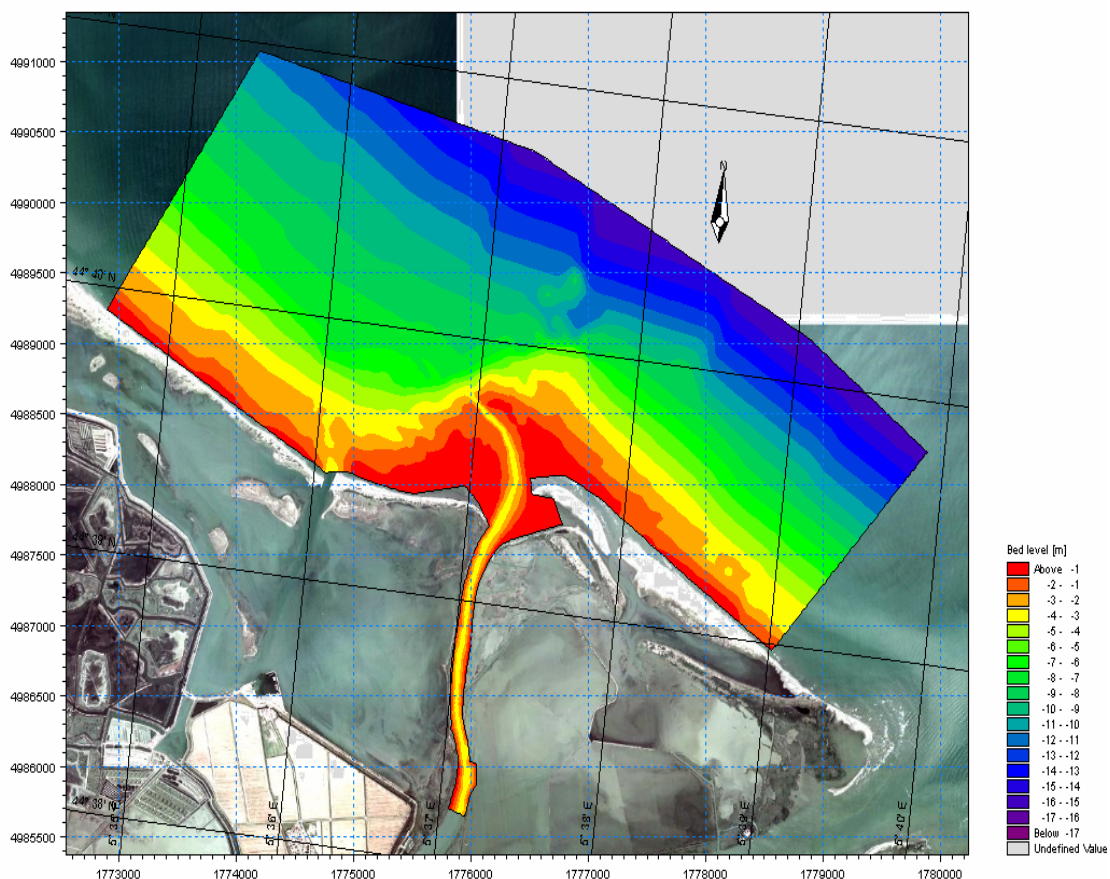


Figura 22 - Batimetria della Busa di Tramontana modificata per permettere il transito delle navi fluvio-marine, previste larghe 18.5 m, lunghe 95 m, e pescanti, in condizioni di massimo carico, 2.5 m. In figura è riportato il tratto della Busa di Tramontana implementato nel modello matematico. Il confronto con la Figura 23 evidenzia come tutto il percorso della Busa debba essere dragato alla profondità di 3.5 m s.m.m., per un volume complessivo di materiale da rimuovere pari a circa 331000 m³, per il transito bidirezionale delle navi fluvio-marine.

Le verifiche eseguite su modello matematico idromorfodinamico hanno permesso di evidenziare i seguenti aspetti:

1. I fondali lungo la Busa di Tramontana (incile-foce) scavati a -3.5 m s.l.m.m. per permettere il transito in sicurezza delle navi hanno la tendenza a mantenersi invariati, una volta dragati, in ragione del normale regime delle portate in arrivo dal Po di Pila;
2. Per gli eventi meteo-marini analizzati (eventi di Bora e di Levante), la trincea scavata sulla barra di foce della Busa alla profondità di 3.5 m s.l.m.m. ha mostrato un accrescimento medio della quota del fondo di circa 1 metro (Figura 23). A tale valore corrisponde un volume di materiale da rimuovere pari a circa 60000 m³ (nell'ipotesi di transito bidirezionale delle navi fluvio-marine). Sulla base dei dati di

moto ondoso disponibili si può definire la periodicità di tale eventi: mediamente 2 volte l'anno. Allo scopo di ridurre l'entità di dragaggio è possibile prevedere la posa di opere soffolte a protezione del canale di transito delle navi. Tale riduzione di fondale permetterebbe comunque alle navi fluvio-marine di poter ancora transitare anche se a carico ridotto.

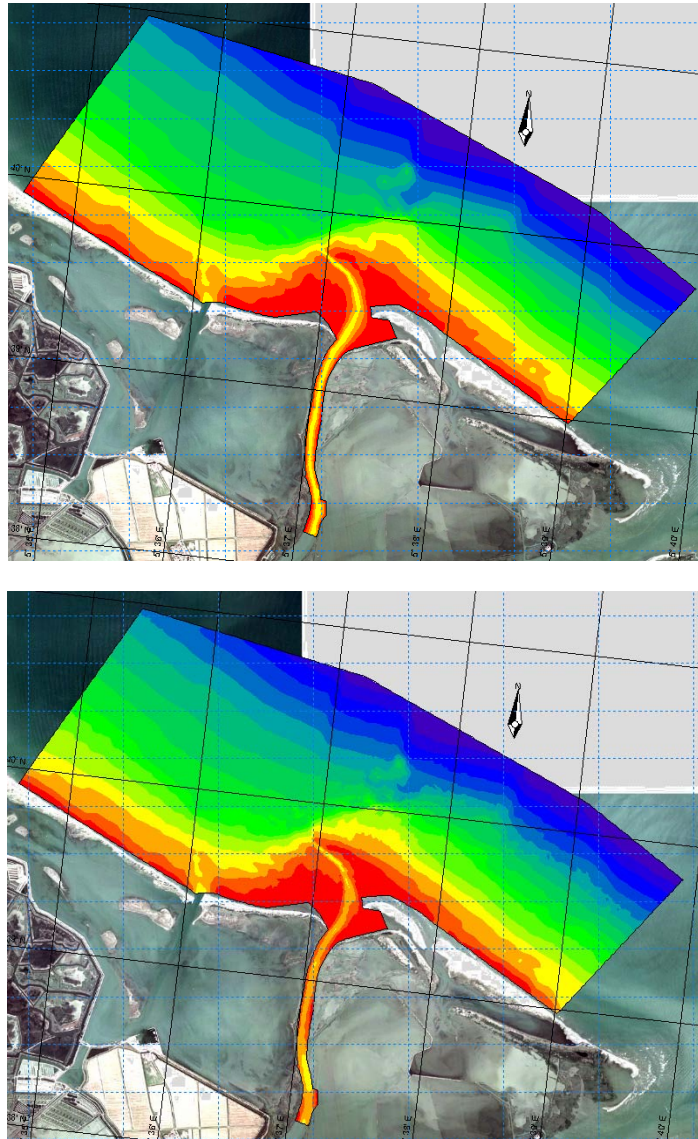


Figura 23 - Esempio di evoluzione morfologica della Busa di Tramontana, calcolato con modello matematico. Immagine in alto: situazione iniziale. Immagine in basso: situazione a fine simulazione.

In particolare, per sfruttare la protezione offerta dalla barra di foce esistente, si può stabilizzare la scarpata lato terra della barra stessa con opere soffolte (Figura 24) che sarebbero comunque removibili nel caso in cui fosse necessario ripristinare la situazione di partenza. Ne risulterebbe un sistema più stabile che, per permetterebbe

il transito delle navi, e richiederebbe solamente interventi di manutenzione programmata. Inoltre il continuo passaggio dei natanti tenderebbe a contrastare l'interrimento progressivo del canale navigabile e quindi questa soluzione sembra la più adatta in quanto permette di mantenere il passo navigabile alle navi fluvio-marine da e per la centrale con opere che rimangono non visibili e ciò non crea particolari problemi al sistema ambientale in cui si interviene.

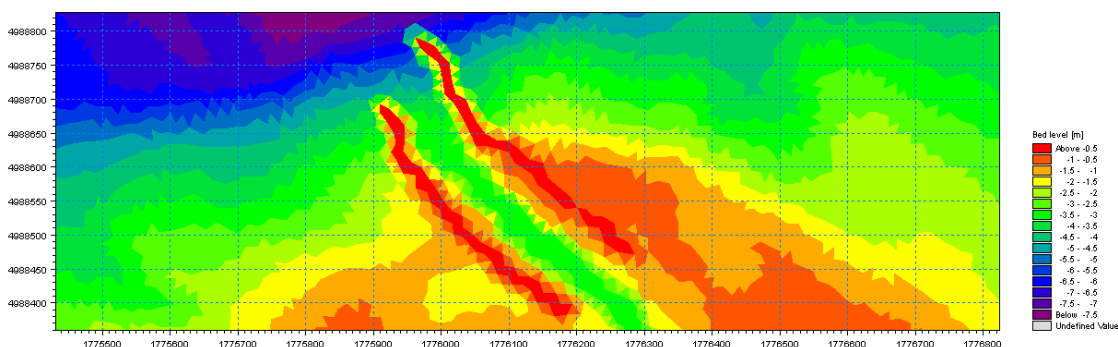


Figura 24 – Esempio di armatura con barriere soffolte, a -0.50 m s.l.m.m, della foce della Busa di Tramontana, così come è stato inserito nel modello matematico per la stime dell'effetto di tali opere sul deposito di materiale alla foce della Busa durante una mareggiata.

Tale intervento, di basso impatto, permette di allontanare verso fondali più profondi le portate solide in arrivo dalla Busa e dalle correnti costiere. I calcoli eseguiti con il modello matematico hanno permesso di evidenziare che tali opere modificano localmente il regime del trasporto solido in misura tale da ridurre del 35%-40% il bilancio sedimentologico della Busa di Tramontana, dalla foce al termine delle opere soffolte.

Inoltre, è ragionevole supporre che i sedimenti abbiano caratteristiche chimico-fisiche di buona qualità e pertanto riutilizzabili in loco per ripascimenti, per rinterri e sopralti, per la costruzione e/o rinforzo di argini, ecc.

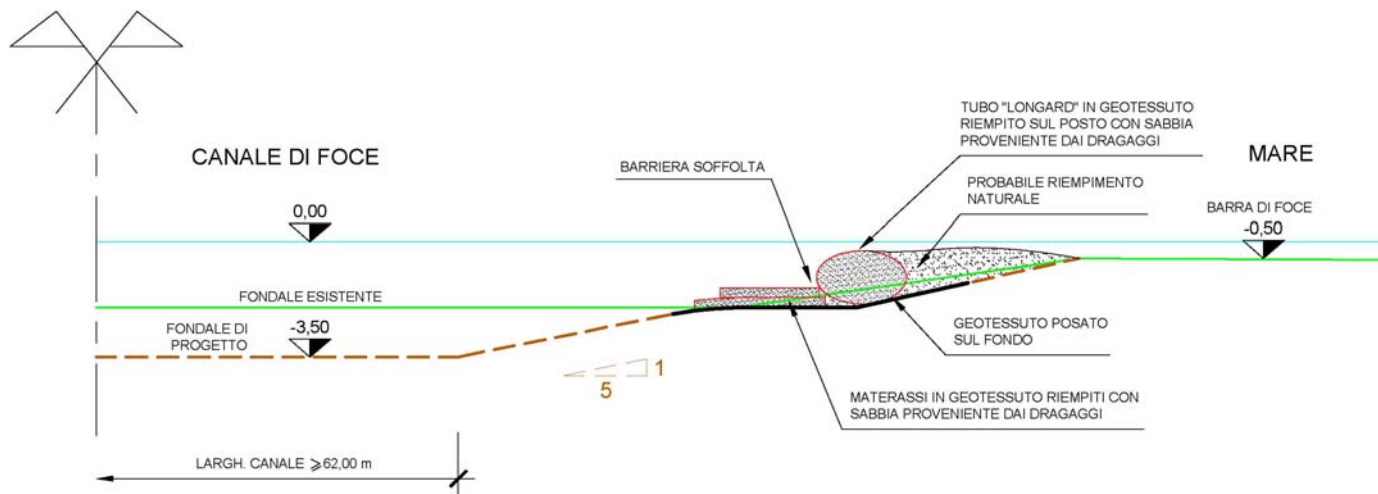
Il percorso attraverso la Busa di Tramontana è una soluzione ottimale dal punto di vista logistico. È il tragitto sicuramente più breve e diretto per raggiungere la centrale di Porto Tolle. Il percorso si sviluppa tutto lungo un itinerario che non interessa alcuna area produttiva, alcun Ente di gestione quali i Consorzi di Bonifica, è un tracciato lineare lungo il quale le navi fluvio-marine non devono superari particolari ostacoli fisici o morfologici.



Figura 25-Esempio di barriere soffolte in opera.

SCHEMA BARRIERE SOFFOLTE

SEZIONE



5. LE DUE SOLUZIONI ALTERNATIVE A CONFRONTO

Secondo quanto indicato dalla Commissione Nazionale V.I.A, la seguente relazione approfondisce la soluzione proposta dall'attraversamento della laguna di Barbamarco per poterla confrontare poi con il tragitto lungo la Busa di Tramontana tenendo conto di diversi elementi (in riferimento sia alle fasi di realizzazione che di gestione) quali:

- Accessibilità all'impianto
- Modalità e tempistiche associate ai trasporti
- Attività di dragaggio
- Disturbi indotti sugli habitat locali
- Interferenze con attività antropiche già in essere
- Opere di difesa
- Sicurezza rispetto ad eventi accidentali
- Sensibilità delle aree attraversate

Di seguito tali punti sono singolarmente approfonditi.

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
Accessibilità all'impianto		
	Percorso totale: 9831 m	Percorso totale: 9550 m
	<p>Con il passaggio attraverso la laguna di Barbamarco delle navi fluvio-marittime, l'accessibilità alla centrale Enel risulta essere diversa da quella che prevede il passaggio attraverso la Busa di Tramontana tranne che per i tratti di percorso dove la navigazione avviene in condizioni simili (dalla nave <i>storage</i> alla costa per circa 5000 m) e comuni (dall'opera di collegamento fra Busa di Tramontana e banchina Enel per un percorso totale di 1900 m).</p> <p>Le differenziazioni ravvisabili sull'intero percorso, sono riconducibili al tratto che prevede l'immissione in laguna (attraverso la Bocca Sud – lunghezza di circa 900 m) ed il tratto in attraversamento lagunare (2030 m).</p> <p>Il passaggio attraverso la laguna genera condizionamenti ambientali, fisici e strutturali.</p>	<p>Il passaggio attraverso la Busa di Tramontana consente un accesso, alla Centrale di Porto Tolle, diretto, senza condizionamenti di tipo ambientale e gestionale.</p> <p>Un unico aspetto può assumere rilevanza ed è quello relativo all'apertura del varco di accesso all'alveo della Busa di Tramontana attraverso la barra di foce.</p> <p>Il percorso attraverso la Busa di Tramontana presenta un tratto di circa 5000 m nel quale le condizioni di navigazione sono del tutto simili a quello del passaggio attraverso la laguna di Barbamarco ed è quello che dalla nave <i>storage</i> porta all'imbocco del varco di foce ed un ulteriore tratto in comune di circa 1900 m che parte dall'ubicazione della porta vinciana di collegamento con la laguna di Barbamarco, in sinistra idrografica, lungo la Busa di Tramontana ed arriva fino alla centrale di Porto Tolle.</p> <p>La navigazione nell'intero percorso dalla nave <i>storage</i> alla centrale, richiede un solo cambio di assetto di navigazione alle navi fluvio-marine. Queste devono superare un tratto di mare condizionato dal moto ondoso ed un tratto di fiume condizionato dalle correnti e dallo stato idrodinamico del fiume.</p> <p>Non ha, diversamente dall'attraversamento della laguna di Barbamarco, condizionamenti ambientali, fisici o strutturali.</p>
	Tratto a mare da nave <i>storage</i> a Bocca Sud: 5000 m	Tratto a mare da nave <i>storage</i> alla foce: 5000 m
	In questo tratto di percorso la navigazione ha caratteristiche di tipo marittimo e si effettua in piena libertà di movimento. E' condizionata soltanto dall'eventuale traffico e dalle condizioni meteo-marine.	In questo tratto di percorso la navigazione ha caratteristiche di tipo marittimo e si effettua in piena libertà di movimento. E' condizionata soltanto dall'eventuale traffico e dalle condizioni meteo-marine.
	Attraversamento Bocca Sud ed immissione nel canale lagunare: 900 m	Attraversamento foce ed immissione nella Busa di Tramontana: 1450 m
	Il passaggio attraverso la laguna di Barbamarco, tiene conto che le navi	La navigazione delle navi fluvio-marine che hanno come obiettivo di

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>fluvio-marine devono navigare in condizioni ambientali notevolmente differenti.</p> <p>Queste, dopo essere state caricate in mare aperto, attraversano il braccio di mare che le separa dalla Bocca Sud procedendo in assetto di navigazione di tipo marino libero, non condizionato da ostacoli di natura fisica od ambientale fino all'approssimarsi del varco di accesso alla laguna costituito dalla Bocca Sud. In quel frangente devono prima verificare la libera percorrenza del varco, utilizzato anche dai pescherecci del Porto Ittico di Pila e da altri natanti impiegati nelle molteplici attività, soprattutto di pesca e mitilicoltura, presenti in laguna.</p>	<p>rotta la foce della Busa di Tramontana si trovano ad affrontare, per il tratto dalla nave storage alla foce della Busa di Tramontana, le medesime problematiche del parallelo percorso verso la Bocca Sud della laguna di Barbamarco.</p> <p>Arrivate alla foce, devono solo verificare che l'accesso al fiume sia libero e percorribile in quanto utilizzato dalla sola flotta di pescherecci stazionanti al Porto Villaggio Pescatori, ubicato lungo la sponda sinistra del Po della Pila, all'imboccatura della Busa di Tramontana. Le navi fluvio-marine devono modificare l'assetto ed attraversare la foce per imboccare il ramo del Po e percorrerlo senza ulteriori condizionamenti fino alla centrale di Porto Tolle.</p>
	Opere di difesa e mantenimento del passaggio attraverso la Bocca Sud	Opere di difesa e mantenimento del passaggio attraverso la foce della Busa di Tramontana
	<p>Per assicurare la percorribilità delle navi fluvio-marine attraverso il varco costiero, è necessario procedere all'apertura di un passaggio, sufficiente al transito delle navi, incidendo la barra creatasi di fronte alla Bocca Sud. L'apertura, sarà realizzata in modo da seguire il più possibile la naturale evoluzione costiera e favorire il flusso/deflusso mareale delle acque. In questo modo, testato anche su modello matematico, il varco di accesso assume una conformazione che gli consente di mantenere, in condizioni meteo marine normali, le quote di fondo. Per assicurare tale condizione, è consigliabile adottare delle tecniche di rinforzo del canale così ottenuto, mediante posa di opere soffolte, costituite da involucri di geotessili, ecocompatibili, riempiti con il materiale di scavo.</p> <p>Verificata la possibilità di accedere in laguna, le navi fluvio-marine devono cambiare assetto di navigazione. Passano da un assetto libero da vincoli di velocità e di corsa su alti fondali, ad un sistema vincolato dai fondali bassi e dalla presenza di altri natanti, di varie dimensioni e con vario assetto operativo, da percorsi obbligati dalla morfologia costiera e devono passare attraverso varchi da affrontare a senso unico, dopo aver concordato tempi e modi di navigazione con le realtà pubbliche e private locali. Di conseguenza la velocità delle navi scende drasticamente e la navigazione deve avvenire adottando la massima attenzione di guida.</p>	<p>Come per il passaggio attraverso la laguna di Barbamarco, è necessario operare un varco di accesso attraverso la barra di foce. Le attività da eseguire sono del tutto simili ed hanno le medesime caratteristiche di quelle adottate per la Bocca Sud della laguna di Barbamarco.</p> <p>Per il varco in questione, sono stati sviluppati alcuni studi ed impostato un modello matematico che ne ha testato la fattibilità e ne ha determinato le azioni da intraprendere per assicurarne la manutenzione.</p> <p>Ai fini della navigabilità attraverso il varco, le navi fluvio-marine dovranno assumere un diverso assetto di navigazione: passano da un assetto non condizionato ad un assetto condizionato dalla presenza di bassi fondali, devono imboccare un canale di foce e quindi devono procedere con attenzione in virtù dell'eventuale traffico di altri natanti. Non devono però diminuire la velocità. Diversamente da quanto avviene per la Bocca Sud della laguna di Barbamarco, il canale di foce viene utilizzato principalmente per il traffico da e per la centrale di Porto Tolle e la presenza di altre imbarcazioni, meno frequente, richiede solo maggior attenzione. Il coordinamento con le realtà locali e pubbliche risulta più semplice e spedito.</p>

Descrizione	Laguna di Barbarmarco	Busa di Tramontana
	Attraversamento laguna di Barbarmarco: 2031 m	Attraversamento Busa di Tramontana: 4550 m
	<p>Una volta attraversata la Bocca Sud, l'ingresso e l'avanzamento in laguna va affrontato tenendo presente l'ambiente lagunare, costituito da acque calme, da fondali bassi e da materiali, costituenti i fondali, facilmente influenzabili, ai fini della torbidità, dal passaggio di natanti di grosse dimensioni e con carene a sagome squadrate. Il loro passaggio, provoca due fenomeni: la generazione di onde di prua che si estendono oltre la sezione del canale, verso i bassi fondali lagunari provocando la risospensione di materiali fini e l'abbassamento di poppa. L'abbassamento fa sì che il movimento delle eliche, che si pongono in questo modo più vicino al fondale del canale, provochi a sua volta la risospensione dei materiali fini, generando quindi ulteriore torbidità.</p> <p>Per limitare l'insorgenza di questi fenomeni, bisogna quindi procedere a basse velocità, così da generare onde di prua poco significative. La bassa velocità dei natanti, provoca la generazione di onde di prua molto contenute e non altera in modo significativo l'assetto di navigazione, mantenendo le eliche ad una distanza maggiore dal fondale, limitando i fenomeni di risospensione.</p> <p>Le navi fluvio-marine procederanno in queste condizioni fino in vicinanza dell'opera di collegamento al ramo del Po della Busa di Tramontana.</p>	<p>Attraversato il canale di foce, l'avanzamento verso la centrale avviene con semplicità, per mezzo di una navigazione diretta verso la centrale, in piena libertà morfologica, il fiume ha larghezza ed alveo sufficienti per consentire una navigazione di tipo fluviale non condizionata.</p> <p>I natanti dovranno modificare l'assetto, adeguandolo a correnti contrarie, variabili in funzione della portata del fiume e dovranno essere guidati lungo percorsi obbligati.</p> <p>Le navi fluvio-marine che saranno impiegate, sono per l'appunto dimensionate ed equipaggiate per fronteggiare le condizioni limite imposte dal progetto. La navigazione, nelle descritte condizioni, non presenta quindi alcun ostacolo per l'accessibilità all'impianto.</p>
	Opera di collegamento fra laguna e Busa di Tramontana: manufatto di 140 m x 24 m per fondale a -3.50 m	
	<p>Manufatto da realizzare, costituito da strutture similari a quelle oggi esistenti per il sostegno della porta vinciana attuale.</p> <p>La nuova opera dovrà poter contenere con sufficiente capacità una delle navi fluvio-marine previste con dimensioni massime di 18.5-19 m di larghezza e di 95-105 m di lunghezza.</p> <p>In pratica si ipotizza un manufatto di dimensioni pari a 140 m di lunghezza per 24 m di larghezza.</p> <p>Saranno presumibilmente adottate porte di tipo vinciano in quanto rappresentano una soluzione capace di offrire affidabilità dal punto di</p>	

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>vista tecnico e di scarso impatto ambientale in quanto non emergenti oltre i livelli degli argini sui quali l'opera si intesta.</p> <p>Giunte nei pressi dell'opera (in pratica una conca a due porte che limita l'afflusso di acqua dolce in laguna al solo volume costituito dalla concata), le navi fluvio-marine devono obbligatoriamente provvedere ad una interruzione della navigazione per il tempo necessario ad effettuare la manovra.</p>	
	<p>Tratto fra opera di collegamento laguna-Busa di Tramontana e centrale Enel: 1900 m</p>	
	<p>Superata l'opera di presidio fra acque dolci e salate, le navi fluvio-marine sono di nuovo costrette a cambiare modo di navigazione passando da un assetto idoneo alla navigazione in acque calme ad un assetto di navigazione valido per fronteggiare il corso del fiume nel tratto che conduce alla centrale di Porto Tolle. L'assetto delle navi riassume le caratteristiche di navigazione senza vincoli di velocità e di percorso.</p> <p>E' un tratto che presenta condizioni di navigazione che possono variare, a seconda dello stato e delle condizioni di portata del Po. Le navi saranno dotate di motori ampiamente dimensionati, tali da poter assicurare la necessaria potenza, sufficiente per contrastare la corrente fluviale in ogni condizione di portata del fiume.</p> <p>E' un percorso che per le navi fluvio-marine non offre particolari difficoltà in quanto consente ai natanti di navigare in piena libertà di movimento e senza alcuna condizione che limiti la loro movimentazione.</p>	
Modalità e tempistiche associate ai trasporti		
	<p>Con riferimento a quanto già esposto negli elaborati allegati alla VIA relativi alle modalità ed alle tempistiche associate ai trasporti, ferme restando tutte le attività connesse alle operazioni nautiche effettuate nell'area di allibo, prevista al largo della costa ad una distanza di circa 5000 m e le operazioni di scarico/carico delle navi fluvio-marine presso</p>	<p>Con riferimento a quanto già esposto negli elaborati allegati alla VIA relativi alle modalità ed alle tempistiche associate ai trasporti, ferme restando tutte le attività connesse alle operazioni nautiche effettuate nell'area di allibo, prevista al largo della costa ad una distanza di circa 5000 m e le operazioni di scarico/carico delle navi fluvio-marine presso</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>la banchina Enel della centrale, vengono descritte le modalità di trasporto e le tempistiche necessarie per giungere alla centrale Enel passando attraverso la laguna di Barbamarco. Il passaggio attraverso la laguna si sviluppa su un percorso totale pari a 9831 m, dei quali 5000 m sono quelli necessari per superare il tratto in mare aperto dalla nave storage alla Bocca Sud, 2931 m per attraversare la laguna e 1900 m lungo la Busa di Tramontana fino alla centrale.</p> <p>Ai fini di un calcolo che offra una ragionevole certezza sui tempi necessari a superare i vari tratti di percorso e tenendo presente le condizioni di navigazione da affrontare, ne risulta la seguente successione tempistica:</p> <p>Ormeggio/disormeggio c/o nave storage..... h 0.50 Carico/scarico c/o nave storage..... h 2.50 Viaggio da nave storage a Bocca Sud (velocità 7 nodi su 5 km) h 0.40 Attraversamento Bocca Sud (velocità max 5 nodi su 900 m e 0.15 h per manovre e precedenza h 0.30 Attraversamento laguna (velocità max 1.5 nodi per 2031 m)..... h 1.00 Attraversamento conca fra laguna e Busa di Tramontana . h 0.30 Percorso da conca a centrale (velocità max 5 nodi per 1900 m)..... h 0.20 Ormeggio/disormeggio banchina Enel..... h 0.50 Scarico/carico..... h 2.50 Tempistica per manovre, attese, incroci, controlli, ecc. h 0.80</p> <hr/> <p>Totale del ciclo h 9.00</p>	<p>la banchina Enel della centrale, vengono descritte le modalità di trasporto e le tempistiche necessarie per giungere alla centrale Enel passando attraverso il ramo di foce del Po denominato Busa di Tramontana.</p> <p>Il passaggio attraverso la Busa di Tramontana si sviluppa su un percorso totale pari a 9550 m circa, dei quali 5000 m sono quelli necessari per superare il tratto di mare aperto dalla nave storage alla foce, 1450 m per attraversare il canale di foce e poi 3100 m lungo la Busa di Tramontana fino alla centrale.</p> <p>Ai fini di un calcolo che offra una ragionevole certezza sui tempi necessari a superare i vari tratti di percorso e tenendo presente le condizioni di navigazione da affrontare, ne risulta la seguente successione tempistica:</p> <p>Ormeggio/disormeggio c/o nave storage h 0.50 Carico/scarico c/o nave storage h 2.50 Viaggio da nave storage alla foce (velocità 7 nodi su 5 km) h 0.40 Attraversamento canale di foce (velocità max 5 nodi su 1450 m e 0.20 h per manovre e precedenza h 0.40 Percorso da canale di foce a centrale (velocità max 5 nodi su 3100 m..... h 0.40 Ormeggio/disormeggio banchina Enel h 0.50 Scarico/carico h 2.50 Tempistica per manovre, attese, incroci, controlli, ecc.. h 0.80</p> <hr/> <p>Totale del ciclo h 8.00</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>Le velocità considerate nella suesposta tabella percorsi/tempi sono state adottate tenendo conto della tipologia di natante impiegato, della dotazione energetica e funzionale, del carico trasportato e delle modalità di navigazione da adottare nei vari tratti del percorso.</p> <p>Per il tratto in mare aperto, in condizioni meteo-marine normali è stata adottata la velocità di 7 nodi che rappresenta la velocità di crociera delle navi fluvio-marine impiegate. Naturalmente, le navi hanno dotazione di motori e di energia ampiamente sufficienti per garantire la navigazione a 7 nodi anche con condizioni meteo-marine avverse.</p> <p>Per l'approccio e l'attraversamento della Bocca Sud della laguna di Barbamarco, è stato considerato che la bocca oggi ha funzione di ingresso/uscita del porto ittico di Pila e delle attività in essere in laguna oltre che turistiche. Sono stati considerati diversi minuti di attesa per entrare o per uscire dalla laguna in quanto il varco lagunare potrebbe non essere praticabile a causa del concomitante arrivo o partenza della flotta o di alcuni pescherecci o di altre unità in transito.</p> <p>La velocità considerata ha tenuto conto che il varco lagunare è anche porta di ingresso ed uscita dell'acqua dalla laguna e pertanto soggetta a correnti mareali normalmente dotate di una certa velocità (1.50 m/s). Per garantire il pieno controllo del mezzo la velocità deve essere sostenuta ed è stata assunta pari a 5 nodi.</p> <p>All'interno della laguna, per le ragioni note e descritte nell'apposito capitolo della presente relazione, la velocità delle navi fluvio-marine deve essere mantenuta lenta per tutto il percorso. E' stata assunta pari a 1.5 nodi, velocità che non dovrebbe causare consistenti problemi di intorbidimento dell'acqua. Il passaggio attraverso l'opera di collegamento con la Busa di Tramontana obbliga le navi fluvio-marine alle normali operazioni che si effettuano per il passaggio di una conca. E' stata considerata una sosta di circa 0.15 h in attesa che il passaggio sia libero (potrebbe essere occupato da qualche altra unità nautica) e di altri 0.15 h per le operazioni di ingresso/uscita.</p> <p>Giunti sulla Busa di Tramontana, la navigazione può avvenire senza condizionamenti e pertanto la velocità viene considerata pari a 5 nodi, velocità cautelativa, che tiene conto della navigazione in controcorrente</p>	<p>Le velocità considerate nella suesposta tabella percorsi/tempi sono state adottate tenendo conto della tipologia di natante impiegato, della dotazione energetica e funzionale, del carico trasportato e delle modalità di navigazione da adottare nei vari tratti del percorso.</p> <p>Per il tratto in mare aperto, in condizioni meteo-marine normali è stata adottata la velocità di 7 nodi che rappresenta la velocità di crociera delle navi fluvio-marine impiegate. Naturalmente, le navi hanno dotazione di motori e di energia ampiamente sufficienti per garantire la navigazione a 7 nodi anche con condizioni meteo-marine avverse.</p> <p>Per l'approccio e l'attraversamento del canale di foce, è stato considerato che il canale ha funzione di ingresso/uscita del porto Villaggio Pescatori di Pila oltre che turistiche. Sono stati considerati diversi minuti di attesa per entrare o per uscire dal canale di foce in quanto il varco potrebbe non essere praticabile a causa del concomitante arrivo o partenza della flotta o di alcuni pescherecci o di altre unità in transito.</p> <p>La velocità considerata ha tenuto conto che il canale di foce è anche punto di immissione in mare delle portate del Po, almeno per la parte che si dirama sulla Busa di Tramontana. Per garantire il pieno controllo del mezzo la velocità deve essere sostenuta ed è stata assunta pari a 5 nodi.</p> <p>Superato il canale di foce il percorso si incanala verso la centrale enel risalendo il corso della Busa di Tramontana per un lunghezza di 3100 m lungo i quali le condizioni di navigabilità si mantengono costanti. Lungo la Busa di Tramontana quindi, la navigazione può avvenire senza condizionamenti e pertanto la velocità viene assunta pari a 5 nodi, velocità cautelativa, che tiene conto della navigazione in controcorrente (la velocità della corrente del fiume varia a secondo delle condizioni di portata).</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	(la velocità della corrente del fiume varia a secondo delle condizioni di portata).	
Attività di dragaggio		
	<p>Il percorso, nella sua interezza, per offrire condizioni di navigabilità idonee al transito a doppio senso delle navi fluvio-marine deve avere una sezione libera con cunetta di fondo larga 62 m ad una quota di almeno -3.50 m.</p> <p>Analizzando lo stato dei fondali a cominciare dal fondale marino, possiamo riscontrare quote che non consentono il passaggio delle navi a partire dalla barra posta a valle della Bocca Sud. Proseguendo, verso la laguna di Barbamarco, le quote del fondale risultano sufficienti al transito solo per il tratto oggi protetto con delle barriere laterali in palancoolato metallico. Superato il tratto, entrando in laguna, troviamo subito quote dei fondali mano a mano decrescenti, fino a stabilizzarsi a quote comprese fra -1.20 e -0.70 m s.l.m.m.. Questa situazione rimane stabile fino all'opera di collegamento con la Busa di Tramontana.</p> <p>Superata l'opera di collegamento laguna-Busa di Tramontana, entrando nell'alveo di quel ramo del Po, le quote dei fondali aumentano tanto che nel primo tratto verso la centrale, la sezione libera necessaria viene ottenuta solo con leggeri scavi parziali. Proseguendo poi verso la centrale, le quote del fondale si alzano leggermente e si stabilizzano alla quota di circa -2.50 m s.l.m.m.. Arrivando presso la centrale si riscontrano quote simili e pertanto bisogna ricorrere a degli scavi per costituire la sezione navigabile che qui deve tener conto delle necessità di manovra delle navi fluvio-marine in fase di attracco e di disormeggio dalla banchina, in pratica è necessario realizzare un bacino di evoluzione.</p> <p>Riassumendo, per ottenere un percorso che consenta il libero transito, nelle due direzioni di navigazione, delle navi previste per il trasporto dei materiali combustibili e dei materiali di risulta della lavorazioni, bisogna provvedere al dragaggio delle seguenti quantità di sedimenti:</p>	<p>Il percorso, nella sua interezza, per offrire condizioni di navigabilità idonee al transito a doppio senso delle navi fluvio-marine deve avere una sezione libera con cunetta di fondo larga 62 m ad una quota di almeno -3.50 m.</p> <p>Analizzando lo stato dei fondali a cominciare dal fondale marino, possiamo riscontrare quote che non consentono il passaggio delle navi a partire dalla barra di foce. Proseguendo, verso la centrale, le quote del fondale dell'alveo risultano sufficienti al transito solo a tratti. Superato il tratto di foce, e proseguendo in controcorrente lungo l'alveo, troviamo subito quote dei fondali sempre crescenti, fino a stabilizzarsi a quote maggiori di -3.50 m s.l.m.m.. Questa situazione rimane stabile fino all'opera di collegamento con la laguna di Barbamarco.</p> <p>Superata l'opera di collegamento Busa di Tramontana - laguna, proseguendo in controcorrente lungo l'alveo di quel ramo del Po, le quote dei fondali diminuiscono e richiedono quindi opere di dragaggio, la sezione libera necessaria viene ottenuta con scavi parziali. Proseguendo poi verso la centrale, le quote del fondale si alzano leggermente e si stabilizzano alla quota di circa -2.50 m s.l.m.m.. Arrivando presso la centrale si riscontrano quote simili e pertanto bisogna ricorrere a degli scavi per costituire la sezione navigabile che qui deve tener conto delle necessità di manovra delle navi fluvio-marine in fase di attracco e di disormeggio dalla banchina, in pratica è necessario realizzare un bacino di evoluzione.</p> <p>Riassumendo, per ottenere un percorso che consenta il libero transito, nelle due direzioni di navigazione, delle navi previste per il trasporto dei materiali combustibili e dei materiali di risulta della lavorazioni, bisogna provvedere al dragaggio delle seguenti quantità di sedimenti:</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana																												
<p>I volumi di dragaggio previsti, potrebbero essere sistemati nelle aree limitrofe per la formazione ed il rinforzo di argini, per la formazione di scanni e barene, per la loro risagomatura, per il ricarico degli scanni eventualmente erosi o danneggiati, per la chiusura di rotte e fosse, per la costituzione di velme e barene, di sopralzi di fondo, ecc.</p> <p>Al momento sono state indicate, come evidenziato nella planimetria allegata, potenziali aree di destinazione per l'allocazione dei materiali dragati: ricostituzione delle difese dell'isola di Batteria (chiusura della rotta e della profonda voragine creatasi), rinforzo dell'argine che separa la laguna di Barbamarco dalla Busa di Tramontana e un'area all'interno della laguna di Barbamarco. Le aree di destinazione potrebbero essere comunque diverse o altre in funzione delle indicazioni che potranno pervenire dalle autorità locali e/o ministeriali.</p>	<table border="0"> <tr> <td>Dragaggio della barra di Bocca Sud..... m³</td> <td>5663</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto lagunare m³</td> <td>381859</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto Busa di Tramontana m³</td> <td>113431</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto fronte banchina..... m³</td> <td>30000</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><hr/></td> </tr> <tr> <td>Dragaggio totale m³</td> <td>530953</td> </tr> <tr> <td>Arrotondati a m³</td> <td>531000</td> </tr> </table>	Dragaggio della barra di Bocca Sud..... m ³	5663	Dragaggio del tratto lagunare m ³	381859	Dragaggio del tratto Busa di Tramontana m ³	113431	Dragaggio del tratto fronte banchina..... m ³	30000	<hr/>		Dragaggio totale m ³	530953	Arrotondati a m ³	531000	<table border="0"> <tr> <td>Dragaggio della barra di foce m³</td> <td>151719</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto fra la foce e l'opera di collegamento con la laguna m³</td> <td>36063</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto fino al Po della Pila..... m³</td> <td>113431</td> </tr> <tr> <td>Dragaggio del tratto fronte banchina m³</td> <td>30000</td> </tr> <tr> <td colspan="2"><hr/></td> </tr> <tr> <td>Dragaggio totale m³</td> <td>331213</td> </tr> <tr> <td>Arrotondati a..... m³</td> <td>331000</td> </tr> </table> <p>I volumi di dragaggio previsti, potrebbero essere sistemati nelle aree limitrofe per la formazione ed il rinforzo di argini, per la formazione di scanni e barene, per la loro risagomatura, per il ricarico degli scanni eventualmente erosi o danneggiati, per la chiusura di rotte e fosse, per la costituzione di velme e barene, di sopralzi di fondo, ecc.</p> <p>Al momento sono state indicate, come evidenziato nella planimetria allegata, potenziali aree di destinazione per l'allocazione dei materiali dragati: ricostituzione delle difese dell'isola di Batteria (chiusura della rotta e della profonda voragine creatasi), rinforzo dell'argine che separa la laguna di Barbamarco dalla Busa di Tramontana e un'area all'interno della laguna di Barbamarco. Le aree di destinazione potrebbero essere comunque diverse o altre in funzione delle indicazioni che potranno pervenire dalle autorità locali e/o ministeriali.</p> <p>I materiali potranno provenire, almeno parzialmente, dalle attività di dragaggio rese necessarie per il progressivo rinterro delle opere di foce o in occasione di mareggiate e piene del Po. Le risultanze del modello matematico hanno dimostrato la tendenza ad un parziale rinterro dei canali di foce e delle vie interne, che su base statistica e da modello matematico statisticamente si ripetono con una frequenza di due volte all'anno. Sulla base del modello, è stato possibile determinare che i volumi da asportare in occasione di ogni intervento sul canale di foce sono pari a circa 60000 m³. Tali volumi vanno quindi considerati come volumi di dragaggio che dovranno essere gestiti almeno due volte l'anno. I calcoli eseguiti con il modello matematico hanno permesso di</p>	Dragaggio della barra di foce m ³	151719	Dragaggio del tratto fra la foce e l'opera di collegamento con la laguna m ³	36063	Dragaggio del tratto fino al Po della Pila..... m ³	113431	Dragaggio del tratto fronte banchina m ³	30000	<hr/>		Dragaggio totale m ³	331213	Arrotondati a..... m ³	331000
	Dragaggio della barra di Bocca Sud..... m ³	5663																												
	Dragaggio del tratto lagunare m ³	381859																												
	Dragaggio del tratto Busa di Tramontana m ³	113431																												
	Dragaggio del tratto fronte banchina..... m ³	30000																												
	<hr/>																													
	Dragaggio totale m ³	530953																												
	Arrotondati a m ³	531000																												
	Dragaggio della barra di foce m ³	151719																												
	Dragaggio del tratto fra la foce e l'opera di collegamento con la laguna m ³	36063																												
Dragaggio del tratto fino al Po della Pila..... m ³	113431																													
Dragaggio del tratto fronte banchina m ³	30000																													
<hr/>																														
Dragaggio totale m ³	331213																													
Arrotondati a..... m ³	331000																													

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
		evidenziare che tali opere modificano localmente il regime del trasporto solido in misura tale da ridurre del 35%-40% il bilancio sedimentologico della Busa di Tramontana, dalla foce al termine delle opere soffolte.
Disturbi indotti sugli habitat locali		
	<p>Il tracciato definito all'interno della laguna di Barbamarco si sviluppa in adiacenza ad aree dedicate alla mitilicoltura oltre che a specchi d'acqua dove è necessario intervenire con estrema cautela al fine di preservare l'equilibrio biotopico esistente. L'aspetto fondamentale e comune da considerarsi per entrambe le soluzioni è legato all'incidenza del moto ondoso indotto dalle navi in transito (sia di massa che di prua)</p> <p>In particolare, per quanto concerne la laguna di Barbamarco, trattandosi di un ambiente di pregio sarebbe inevitabilmente alterato dall'attraversamento di circa 10 navi al giorno. Aspetto di non secondaria importanza da considerarsi è l'effetto del getto dell'elica della nave sulla movimentazione dei sedimenti: potendo infatti raggiungere la velocità di detto getto qualche m/s, in laguna di Barbamarco la torbidità dell'acqua in prossimità della via navigabile sarebbe aumentata. Tale effetto può comunque essere ridotto limitando la velocità delle navi che va però a modificare sensibilmente le tempistiche associate ai trasporti.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>	<p>Per il percorso da e per la centrale Enel lungo la Busa di Tramontana, come nel caso della laguna di Barbamarco, è da considerarsi fondamentale l'incidenza del moto ondoso indotto dalle navi in transito lungo il canale. In particolare in destra orografica della Busa di Tramontana è presente una zona a canneto senza argine protettivo che potrebbe in qualche modo risentire dell'effetto indotto.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
Interferenze con attività antropiche già in essere		
	<p>All'interno della laguna di Barbamarco ha sede il Porto del Centro Ittico di Pila quindi nella laguna trovano occupazione, attraverso la pesca e l'allevamento di molluschi, centinaia di persone alle quali vanno ad aggiungersi numerosi occupati nell'indotto che si è venuto a creare con lo sviluppo di questa attività. La rilevanza economica e sociale dell'allevamento e della pesca lagunare è quindi notevolissima per l'intera comunità locale.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>	<p>Lungo la Busa di Tramontana transitano attualmente i pescherecci che partono e arrivano al Porto Villaggio Pescatori di Pila. Le navi fluvio-marine in transito da e per la centrale, passano sempre al largo del Porto Villaggio Pescatori e quindi non ostacolano in alcun modo le manovre dei natanti che utilizzano quel porto. La realizzazione ed il mantenimento della nuova via d'acqua finirebbe con l'agevolare ed incrementare l'attività oggi in essere lungo la sponda sinistra del Po della Pila.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>
Opere di difesa		
	Rinforzo canale di uscita Bocca Sud	Rinforzo canale di foce
	<p>L'accesso da mare per la laguna di Barbamarco può essere protetto con delle barriere soffolte per limitare gli oneri di dragaggio senza alterare l'equilibrio morfologico del paesaggio.</p> <p>Tali opere possono essere principalmente costituite da involucri tessili, ecocompatibili, removibili ed eventualmente riposizionabili, riempiti con lo stesso materiale scavato durante i lavori di realizzazione del canale di accesso alla Bocca Sud e provenienti da scavi o dragaggi per opere analoghe.</p> <p>Tali strutture vengono messe in opera in una posizione planimetrica determinata per mezzo della modellazione matematica appositamente realizzata (Figura 26). Tale posizione sarà quella che consentirà di mantenere stabile la posizione della barra verso mare, difendere la linea di navigazione sulla sponda opposta dal moto erosivo delle correnti costiere e poste sul fondale a quote tali da farle rimanere con l'estradosso della struttura così realizzata in posizione soffolta.</p> <p>Una linea di riferimento per segnalare la posizione di dette opere, sarà</p>	<p>L'accesso da mare per la foce della Busa di Tramontana può essere protetto con delle barriere soffolte per limitare gli oneri di dragaggio senza alterare l'equilibrio morfologico del paesaggio.</p> <p>Tali opere possono essere principalmente costituite da involucri tessili, ecocompatibili, removibili ed eventualmente riposizionabili, riempiti con lo stesso materiale scavato durante i lavori di realizzazione del canale di accesso alla Bocca Sud e provenienti da scavi o dragaggi per opere analoghe.</p> <p>Tali strutture vengono messe in opera in una posizione planimetrica determinata per mezzo della modellazione matematica appositamente realizzata (Figura 27). Tale posizione sarà quella che consentirà di mantenere stabile la posizione della barra di foce verso mare, difendere la linea di navigazione sulla sponda opposta dal moto erosivo delle correnti costiere e poste sul fondale a quote tali da farle rimanere con l'estradosso della struttura così realizzata in posizione soffolta.</p> <p>Una linea di riferimento per segnalare la posizione di dette opere, sarà</p>

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	costituita su entrambi i lati del canale di accesso al varco della Bocca Sud, mediante posa in opera di palificate e/o briccole di segnalamento, che potranno anche essere dotate di segnalamenti luminosi adatti a consentire la navigazione notturna (vedi schema barriere soffolte a pag. 31).	costituita su entrambi i lati del canale di accesso alla foce della Busa di Tramontana, mediante posa in opera di palificate e/o briccole di segnalamento, che potranno anche essere dotate di segnalamenti luminosi adatti a consentire la navigazione notturna (vedi schema barriere soffolte a pag. 31).
	Opera di collegamento fra Laguna di Barbamarco e Busa di Tramontana	
	<p>Tra le opere di difesa della laguna di Barbamarco va considerata anche la realizzazione di una nuova conca di navigazione che sostituisca il manufatto di collegamento tra la laguna e la Busa di Tramontana ora esistente (porta vinciana). Si tratta di adattare le dimensioni alla lunghezza e alla larghezza delle navi fluvio-marine previste per l'esercizio della centrale. Dovranno essere messi in opera tutti gli accorgimenti necessari per evitare la libera introduzione di acque del Po (acque dolci) in laguna (acque salate).</p> <p>Per ottenere ciò, bisogna sostituire l'attuale struttura di presidio fra le due realtà ambientali, oggi costituita da una porta vinciana metallica, manovrata elettricamente, poco usata, in condizioni abbastanza scadenti e non utilizzabile, data la modesta dimensione attuale, dalle navi previste per i trasporti da e verso la centrale di Porto Tolle.</p> <p>L'opera da costruire potrà essere realizzata adottando strutture di sostegno delle porte e delle pareti di scavo, simili a quelle delle porta attuale. Potranno essere utilizzati palancolati metallici di adeguata misura e dimensione, collegati in testa da cordoli in c.a. intestati a quote di salvaguardia dalle acque alte e dal moto ondoso.</p>	

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>La struttura avrà dimensioni di 140 m di lunghezza e 24 m di larghezza, con il fondale costituito da un letto di pietrame confinato, di spessore adeguato. Sarà dotata di due porte vinciane in modo da consentire l'ingresso e l'uscita delle navi, nei due sensi, riducendo al solo volume di concata, l'acqua di scambio fiume-laguna.</p> <p>Oltre le due porte, verso fiume e verso laguna, saranno realizzate due pareti di raccordo con gli argini della Busa di Tramontana da un lato e di invito per l'accesso dal lato laguna di Barbamarco. Le porte saranno mosse elettricamente e la struttura sarà dotata di adeguati sistemi di manovra e segnalamento.</p>	
Sicurezza rispetto ad eventi incidentali		
	<p>La laguna di Barbamarco è un ambiente lagunare soggetto alle oscillazioni di marea. L'accesso al mare è garantito da una sola bocca lagunare (larga circa 60 m e profonda mediamente 4 m s.l.m.m.) con limitate capacità di ricambio idrico, soprattutto nelle zone più periferiche della laguna (Figura 28, Figura 29).</p> <p>Il passaggio attraverso la laguna, da effettuare a bassa velocità, non offre particolari rischi incidentali dovuti ad urti od a guasti di varia natura. La consistenza degli scafi e dei mezzi coinvolti, misurata sulla bassa velocità, limita gli eventuali danni.</p> <p>Per contrastare l'evento in via preventiva, si renderebbe necessario predisporre, sui due lati del canale, una barriera continua (possono essere prese in considerazione delle panne speciali).</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>	<p>La Busa di Tramontana si presenta come una bocca di foce attiva del fiume Po, soggetta al naturale regime delle portate. L'effetto di eventi incidentali sarebbe mitigato dall'azione delle portate che trasporterebbero verso mare i materiali versati (Figura 30).</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>
Sensibilità aree attraversate		
	Area lagunare, estesa su una superficie di circa 800 ettari, circondata da	La Busa di Tramontana è il ramo normalmente utilizzato dai pescherecci

Descrizione	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
	<p>quattro valli da pesca vaste complessivamente 1880 ettari, comunica col mare da 2 bocche: Bocca Nord e Sud (la Bocca Sud è parzialmente armata).</p> <p><u>La Provincia di Rovigo, Assessorato alla Pesca, ha condotto delle indagini chimico, fisiche e biologiche sulle lagune del Delta del Po e ne ha determinato le caratteristiche. Per la laguna di Barbamarco descrive: E' un bacino marinizzato e molto produttivo." Il raggiungimento del climax per quanto concerne la produzione primaria e, conseguentemente, per il totale della catena produttiva, se per un verso può significare certamente una condizione ottimale, per un altro rappresenta una situazione "limite". Ciò nel senso che, a fronte di livelli produttivi particolarmente elevati, possono corrispondere condizioni di elevato rischio per il possibile insorgere di fenomeni distrofici. Tali fenomeni possono essere determinati da insufficienti livelli di scambi idrici, dal raggiungimento di temperature eccessivamente elevate dalla mancanza di sufficienti livelli di ossigeno disciolto, ecc." (Rif. Carta Ittica della Provincia di Rovigo - Area lagunare Vallina – 2005).</u></p> <p>Un ambiente di tale specie, si regge su un equilibrio delicato. Qualsiasi intervento può sì migliorare alcuni aspetti dello specchio lagunare e di quanto avviene nel suo interno relativo all'articolazione del suo ecosistema, ma può anche comprometterne l'integrità ed essere causa di fenomeni di crisi distrofiche.</p> <p>La realizzazione di un canale navigabile al suo interno, se da un lato favorisce l'idrodinamismo lagunare e l'incentivazione dei fenomeni di produzione primaria, dall'altro ne può determinare la drastica riduzione a causa dell'intorbidimento causato dal passaggio dei natanti (la laguna è generalizzata da bassi fondali caratterizzati da sedimenti molto sottili e leggeri, influenzati e messi in sospensione anche da moto ondoso limitato). La torbidità causata dalla navigazione può quindi negativamente influire sulla produttività dell'area, almeno quella interessata dal percorso del canale.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>	<p>che ormeggiano al Porto Villaggio Pescatori. Il tragitto non incontra ostacoli fisici ed il percorso delle navi fluvio-marine si svolge, in condizioni climatiche normali, in modo sicuro e diretto fino alla centrale navigando sempre nelle stesse condizioni. Rispetto all'ipotesi che prende in considerazione l'attraversamento della laguna di Barbamarco, il percorso lungo la Busa di Tramontana non presenta particolari problemi né dal punto prettamente nautico né sotto l'aspetto ambientale.</p> <p>Per le considerazioni di carattere ambientale si rimanda all'apposito documento predisposto dal CESI Spa per Enel e allegato a parte.</p>

Tabella riassuntiva	Laguna di Barbamarco	Busa di Tramontana
Accessibilità all'impianto	Percorso di lunghezza totale 9831 attraverso diversi ambiti territoriali ed ambientali oltre che di natura fisica: mare – bocca lagunare – laguna – conca – fiume.	Percorso di lunghezza totale 9550 m attraverso ambiti territoriali ed ambientali di due specie: mare – fiume.
Modalità e tempistiche associate ai trasporti	<p>Modalità e tempistiche sono condizionate dagli ambiti territoriali attraverso i quali si sviluppa il tracciato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mare con velocità sostenuta; - attraversamento bocca, velocità sostenuta con tempi di attesa per traffico ed ostacoli; - realizzazione opere soffolte per la difesa del varco sulla Bocca Sud lato mare; - attraversamento della laguna di Barbamarco: velocità molto ridotta, cautela ed attenzione, adozione di misure di contenimento rumore e disturbo alle attività in essere; - costruzione nuova opera di collegamento laguna-fiume: tempi di attesa per apertura e chiusura porte vinciane, gestione dell'opera (in pratica una conca di grosse dimensioni, 140 m x 24 m, fondale -3.50 m s.l.m.m.); - percorso fluviale fino alla centrale: problematiche comuni con il tracciato lungo la Busa di Tramontana. <p>Totale tempi dell'intero ciclo: ore 9.</p>	<p>Modalità e tempistiche sono condizionate dagli ambiti territoriali attraverso i quali si sviluppa il tracciato:</p> <ul style="list-style-type: none"> - mare con velocità sostenuta; - attraversamento foce, velocità sostenuta con tempi di attesa per traffico ed ostacoli; - realizzazione opere soffolte per la difesa del canale di foce; - percorso fluviale fino alla centrale: problematiche comuni con il tracciato lungo la Busa di Tramontana. <p>Totale tempi dell'intero ciclo: ore 8.</p>
Attività di dragaggio	Volumi totali di dragaggio: 531000 m ³ . Reimpiego o allontanamento dei materiali dragati da effettuare secondo normativa in vigore e previo accordo con le autorità preposte.	Volumi totali: 331000 m ³ . Reimpiego o allontanamento dei materiali dragati da effettuare secondo normativa in vigore e previo accordo con le autorità preposte.
Disturbi indotti sugli habitat locali	Il percorso attraversa aree nelle quali insistono attività di pesca coltura e mitilicoltura. E' area a produttività ittica elevata. Si creano interferenze con le attività portuali.	Il percorso attraversa aree oggi non utilizzate per attività antropiche. E' un ramo di foce del Po. Si agevola il transito verso e da mare dei pescherecci del Porto Villaggio Pescatori di Pila.

<p>Opere di difesa</p>	<p>Si devono realizzare opere di difesa della Bocca Sud di accesso alla laguna mediante opere soffolte. Deve essere demolita e ricostruita l'opera di collegamento laguna-fiume.</p>	<p>Si devono realizzare opere di difesa della bocca di foce mediante opere soffolte.</p>
<p>Sicurezza rispetto ad eventi incidentali</p>	<p>Gli eventi incidentali in laguna sono di difficile gestione stante il difficile equilibrio ambientale. Le acque sono calme e soggette al solo movimento mareale. Qualsiasi alterazione all'ambiente richiede tempi di intervento, per il ripristino, molto lunghi.</p>	<p>Gli eventi incidentali, pur provocando danni e disagi notevoli, sono più facilmente gestibili, grazie al fatto che la corrente fluviale, unidirezionale, favorisce la risoluzione verso mare dell'evento.</p>
<p>Sensibilità aree attraversate</p>	<p>La laguna è un'area dotata di equilibrio ambientale delicato e precario, in lenta evoluzione, da utilizzare con attenzione e adottando misure di mitigazione degli impatti derivanti dall'impiego della stessa per attività di dragaggio e per la navigazione delle navi fluvio-marine da e per la centrale.</p>	<p>La Busa di Tramontana rappresenta un ramo di foce del Delta del Po e come tale è costituito da un alveo delimitato da rive di varia natura e consistenza (argini, barene, valli, canneti, ecc). Di per se esse non rappresentano ostacoli alla navigazione che tuttavia dovrà essere effettuata con l'attenzione riservata all'ambiente.</p>

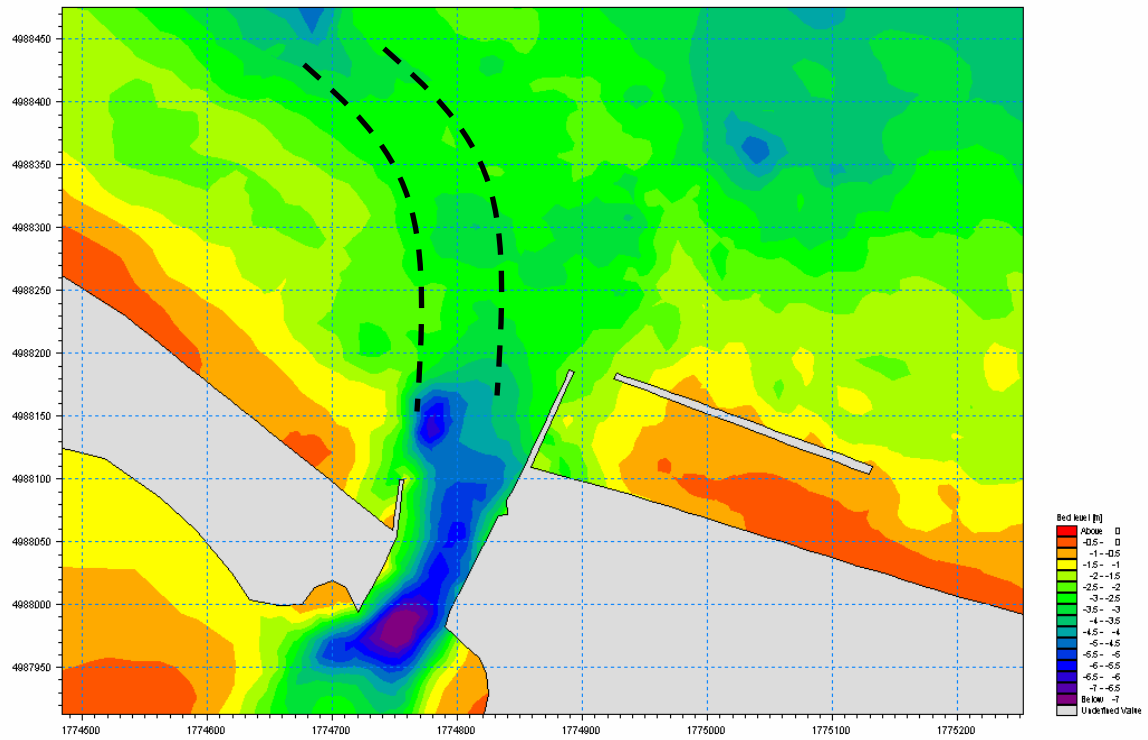


Figura 26- Esempio di localizzazione planimetrica delle opere soffolte a protezione del canale previsto attraverso Bocca Sud della laguna di Barbamarco.

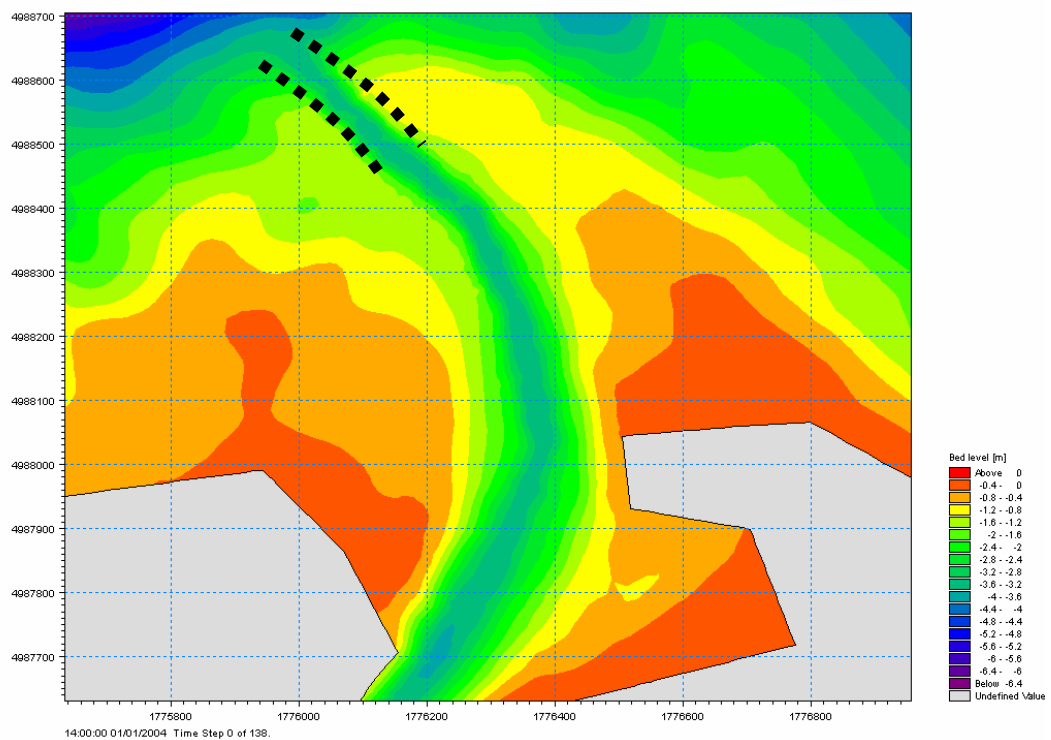


Figura 27- Esempio di localizzazione planimetrica delle opere soffolte a protezione del canale previsto attraverso la barra di foce della Busa di Tramontana.

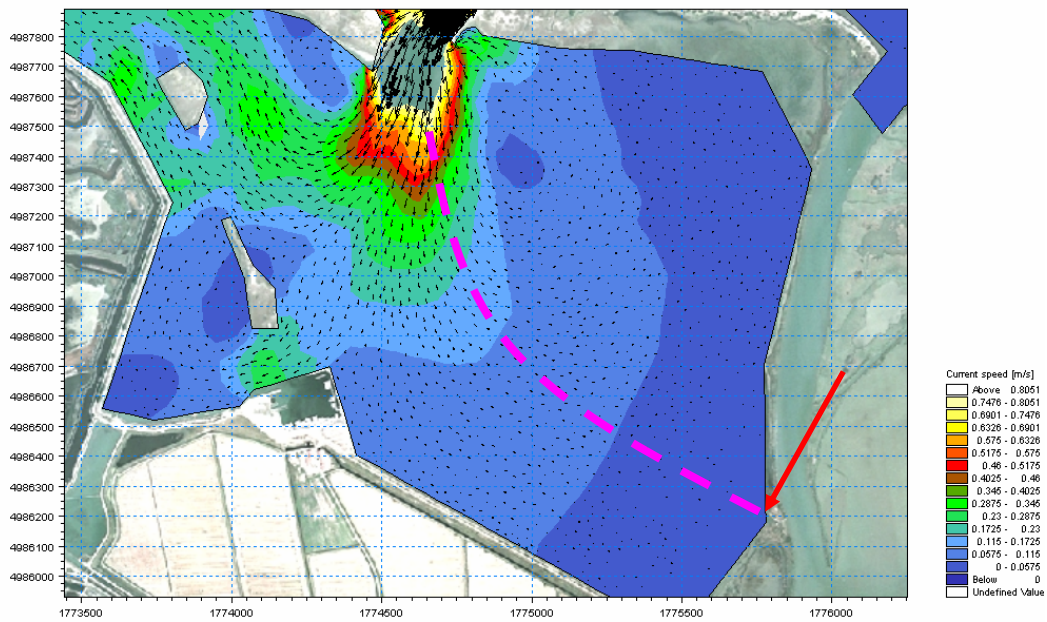


Figura 28- Campo di Velocità nella parte orientale della laguna di Barabamarco in condizioni di massimo flusso entrante di marea, di periodo 12 ore ed ampiezza 0.5 m. La freccia rossa (sulla destra dell'immagine in Figura) indica la porta vinciana di collegamento tra la Busa di Tramontana e la laguna di Barabamarco. Il percorso indicativo delle navi è indicato da e per la Bocca Sud è indicato dalla curva Magenta.

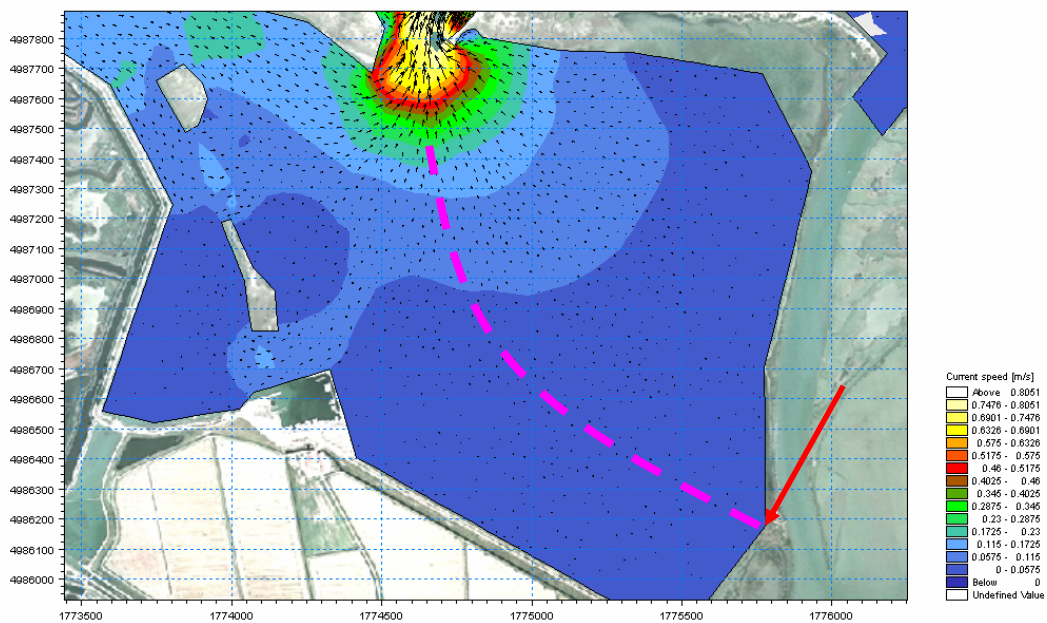


Figura 29- Campo di Velocità nella parte orientale della laguna di Barabamarco in condizioni di massimo flusso uscente di marea, di periodo 12 ore ed ampiezza 0.5 m. La freccia rossa (sulla destra dell'immagine in Figura) indica la porta vinciana di collegamento tra la Busa di Tramontana e la laguna di Barabamarco. Il percorso indicativo delle navi è indicato da e per la Bocca Sud è indicato dalla curva Magenta.

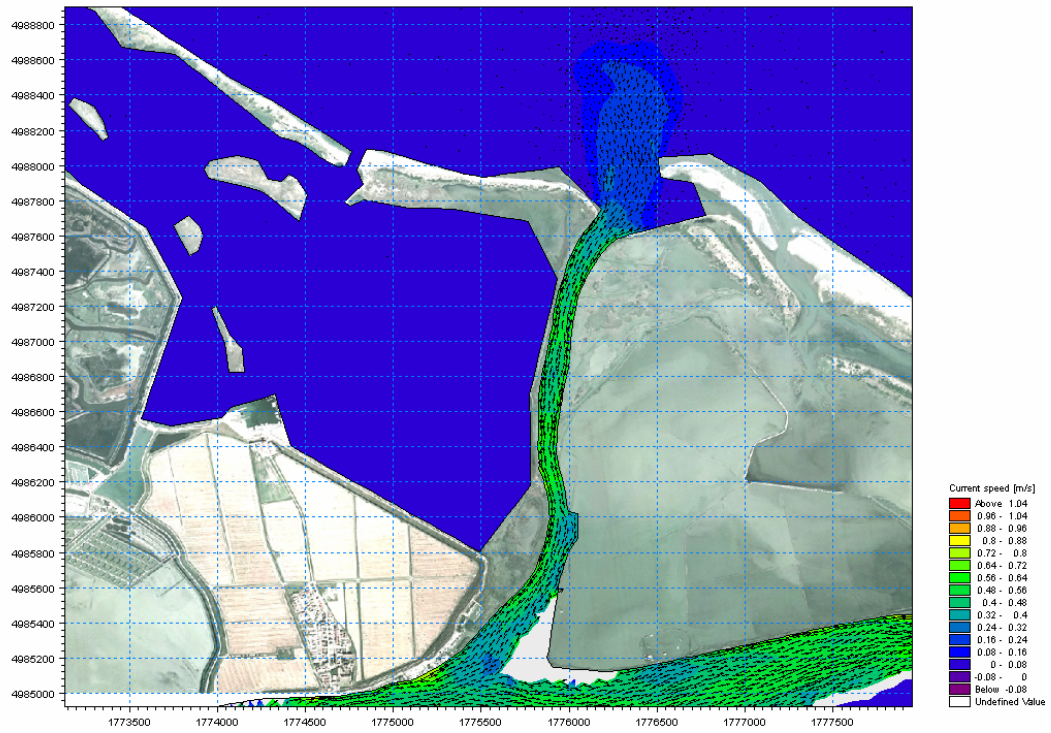


Figura 30-Campo di velocità lungo la Busa di Tramontana, per una portata a Pontelagoscuro di $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, pari alla portata media annua e un livello a mare di $+0.5 \text{ m s.m.m.}$ Si nota che le velocità lungo la Busa sono dell'ordine di $0.5 \div 0.6 \text{ m/s}$.

6. DRAGAGGIO IN AMBIENTE LAGUNARE

Le modalità di dragaggio dipendono principalmente dalle caratteristiche chimico-fisiche dei sedimenti da rimuovere. Per questo è necessario, prima di procedere allo scavo, effettuare una campagna di indagini per l'accertamento delle qualità chimico-fisiche del terreno da scavare al fine di poter determinare la destinazione dei materiali di risulta.

Quando le caratteristiche, soprattutto quelle chimiche, consentono il reimpiego del materiale mosso, la destinazione di tali materiali non comporta problematiche particolari. Esso può essere destinato a ripascimenti, a sopralzi di fondo, alla ricostruzione di scanni erosi, a formazione di velme e barene, ecc.. Tali materiali possono così essere dragati con mezzi effossori idonei e refluiti, tramite contemporaneo pompaggio diretto, nei luoghi di destinazione. È il sistema più veloce ed efficace.

Dovendo però la draga operare in un ambiente oggi sfruttato per attività di pesca e mitilicoltura, deve poter operare garantendo il massimo contenimento della torbidità indotta dal movimento della testa disgregante ed aspirante sui sedimenti dei fondali da dragare. Questa trovandosi ad operare, per buona parte delle attività di scavo, a quote appena al di sotto del livello dell'acqua, finisce col rendere ancora più difficile la risedimentazione dei materiali più fini, messi in sospensione dalle operazioni di scavo.

Va precisato che normalmente all'interno della laguna i materiali non subiscono movimentazioni periodiche ed unidirezionali come nei fiumi per effetto di morbide o piene, al contrario, il continuo e lento alternarsi delle correnti mareali ha influenza solo sulle parti più fini e leggere (quelle più lente a sedimentare e costituenti lo strato a diretto contatto con l'acqua), quali limi e argille, che col tempo finiscono depositate sopra ai materiali di granulometria maggiore.

Un tale stato di fatto obbliga l'adozione di misure volte al contenimento della torbidità in prossimità delle operazioni di scavo. Ciò può essere ottenuto conterminando l'area operativa della draga con apposite panne galleggianti, dotate di telo sommerso per il contenimento dei materiali in sospensione al di sotto del pelo dell'acqua. Le panne da impiegare sono quelle normalmente utilizzate in laguna di Venezia anche per difendere e confinare le aree lagunari interessate dagli allevamenti di mitili: esse vengono rimosse e riposizionate più volte in coordinamento con l'avanzamento della draga in modo da garantire il confinamento delle alterazioni provvisorie dell'ambiente lagunare entro il perimetro delimitato dalle panne.



Figura 31-Foto delle panne.

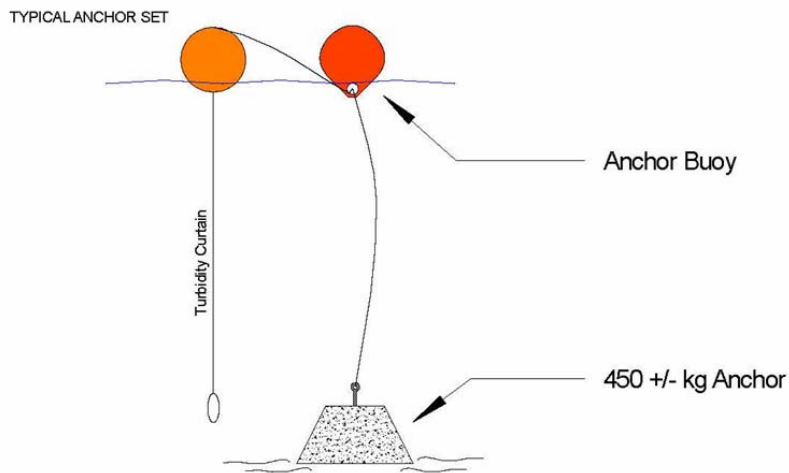


Figura 32-Schema delle panne.

Il pompaggio del materiale avviene tramite una grossa pompa che provvede ad aspirare, dalla testa disgregante, una miscela formata da acqua e sedimento in percentuali variabili da 70% - 90% di acqua a 30% - 10% di materiale a seconda della tipologia mineralogica e della granulometria del materiale da refluire. La miscela viene quindi contemporaneamente pompata lungo la tubazione che si diparte dalla pompa sulla draga e che può essere anche di notevole lunghezza (mediamente fino a 1500 - 2000 m). Normalmente per le operazioni di dragaggio su bassi fondali ed in ambienti lagunari vengono utilizzate draghe stazionarie, che avanzano per brandeggio su più ancore, dotate di pompa centrifuga che alimenta tubazioni con diametro variabile 0.30 a 0.50 m.



Figura 33-Immagine di draga.

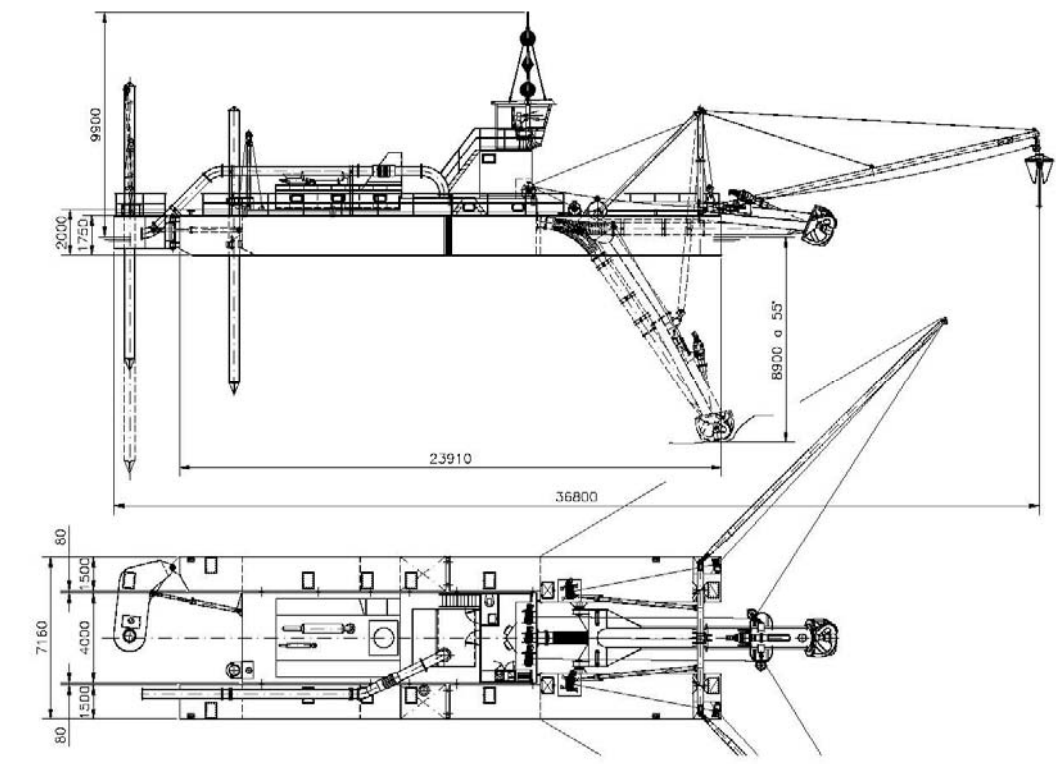


Figura 34-Schema di brandeggio.

Nel luogo di refluento, viene normalmente creato un bacino delimitato da opere di contenimento che possono essere di diversa tipologia a seconda delle finalità della destinazione dei materiali. In questo modo si cerca di consentire il libero deflusso dell'acqua contenuta nella miscela di refluento e di impedire la fuoriuscita dei sedimenti versati. Le opere di sostegno dovranno quindi essere in grado di reggere la spinta dei materiali refluiti e delle barriere filtranti costituite da materiali sintetici in grado di far passare l'acqua e di impedire il passaggio dei materiali fini. La conterminazione può essere, alla fine dei lavori, rimossa per intero o parzialmente a seconda della convenienza e della destinazione del materiale refluito.



Figura 35-Esempio di conterminazioni e barriere filtranti.

Il dragaggio di materiali non inquinati effettuato con draghe aspiranti ed idrorefluenti consente una gestione semplice e rapida in quanto consente lo scavo ed il contemporaneo trasferimento di grosse quantità di materiale in tempi contenuti permettendo di contenere il rapporto tecnico/economico a livelli accettabili.

Nel caso in cui i sedimenti da rimuovere abbiano un tasso di inquinamento anche contenuto, diventa obbligatoria l'adozione di tecnologie di dragaggio e di refluento volte ad impedire il propagarsi alle acque ed ai sedimenti adiacenti delle sostanze inquinanti presenti nei terreni oggetto di scavo. Spesso, quel tipo di scavo deve essere eseguito con i sistemi tradizionali quali lo scavo con benne, benne speciali, dotate di sistemi che una volta calata la benna aperta sul fondale permetta la chiusura a tenuta delle valve, così da impedire la fuoriuscita del materiale contenuto nella benna durante la fase di risalita. Nei casi dove il grado di inquinamento ha livelli elevati, le operazioni di scavo vanno effettuate con sistemi ancora più sofisticati, utilizzando attrezzature da calare direttamente sul fondo, dotate di pompe alimentate da coclee o guide, da immergere nello strato di sedimento da asportare e movimentare con sistemi idraulici (Figura 36 e Figura 37).

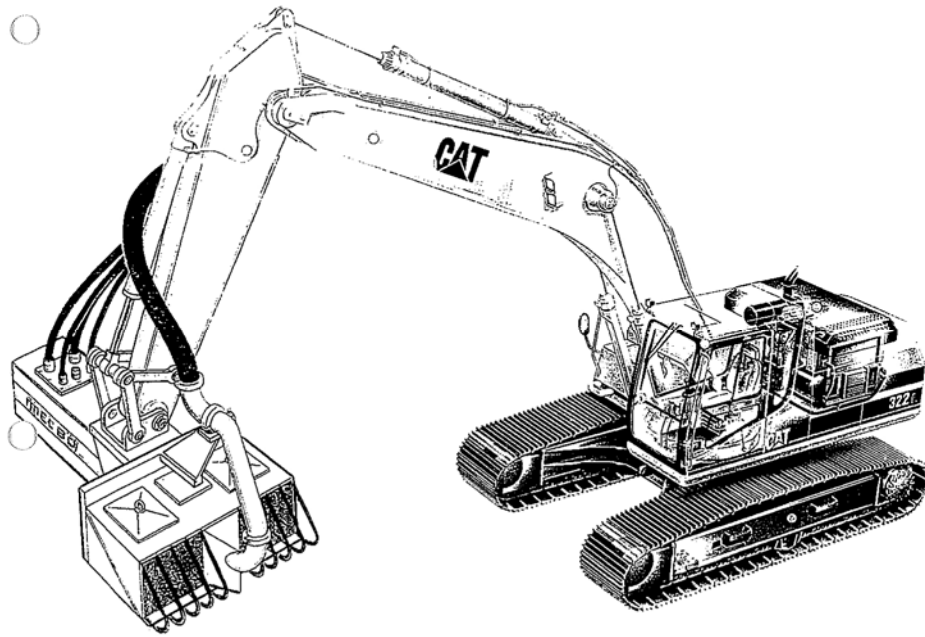


Figura 36-Escavatore con benna pompante

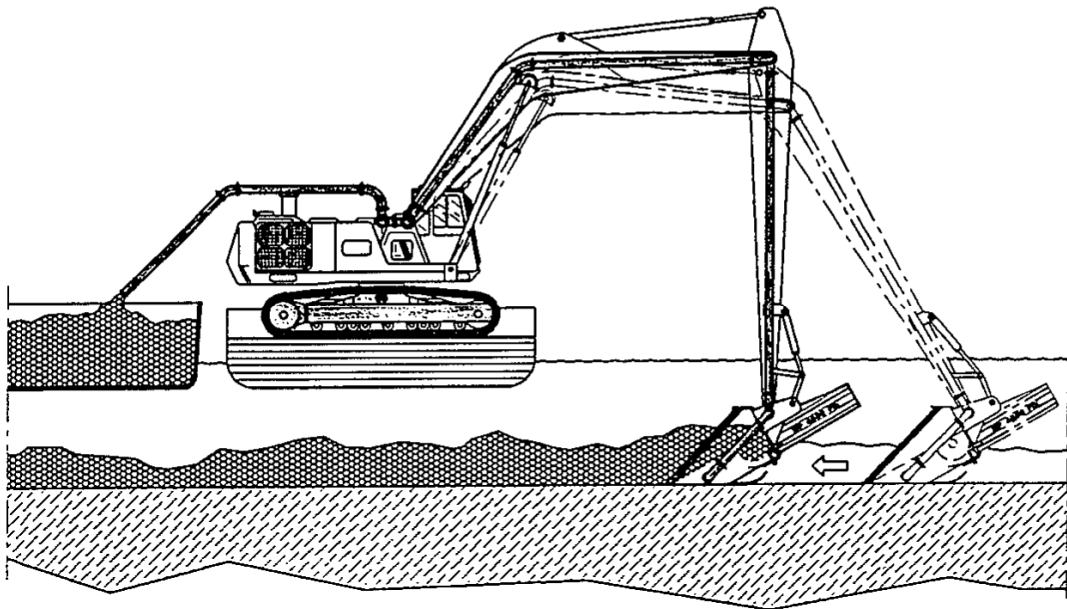


Figura 37-Escavatore con benna pompante su pontone galleggiante.

7. CONCLUSIONI

Sono state qui approfondite due delle possibili vie di accesso, già indicate nello Studio di Impatto Ambientale Enel, per le navi fluvio-marine da e per la centrale Enel di Polesine Camerini: passaggio attraverso la laguna di Barbamarco e transito lungo la Busa di Tramontana.

I due tragitti hanno condizioni di navigabilità confrontabili sotto l'aspetto nautico in quanto hanno percorsi di lunghezza simili e quindi riducono i tempi di percorrenza delle navi fluvio-marine fra la nave storage e la centrale Enel a valori sensibilmente inferiori rispetto a quelli relativi al percorso, praticabile da subito, attraverso Porto Levante, il canale navigabile lungo il Po di Levante, la biconca di Volta Grimana, il Po di Venezia e quindi il Po della Pila fino alla centrale.

Le due soluzioni analizzate hanno problematiche simili per quanto riguarda la bocca di ingresso/uscita a mare:

- la Busa di Tramontana può contare su una situazione morfologica in evoluzione a seguito dell'azione combinata di correnti fluviali e azione del moto ondoso. Calcoli eseguiti con modelli matematici hanno permesso di indicare la necessità di un'attività manutentiva al fine di mantenere il passo navigabile. L'onere manutentivo potrebbe essere sensibilmente ridotto adottando a protezione del canale attraverso la barra di foce delle barriere soffolte.
- la Bocca Sud della Laguna di Barbamarco si trova in una condizione simile a quella della Busa di Tramontana, salvo il fatto che il mantenimento delle quote dei fondali è già oggi gestito dalle autorità locali (Genio Civile di Rovigo).

Diverso è invece il tratto centrale delle due soluzioni: il percorso lungo la Busa di Tramontana è diretto, non incontra ostacoli fisici ed il percorso delle navi fluvio-marine si svolge in modo sicuro e diretto fino alla centrale navigando sempre nelle stesse condizioni.

Il percorso attraverso la laguna di Barbamarco, invece, si sviluppa in un ambiente sicuramente diverso, sia sotto l'aspetto prettamente nautico (in laguna non è possibile navigare a velocità sostenute), sia sotto l'aspetto ambientale (in laguna vi sono diverse attività antropiche, per la maggior parte legate alla pesca ma anche attività di mitilicoltura), che potrebbero influire sulla navigazione e sui tempi di percorrenza del tragitto. Per questa via, oltrepassata la laguna, va superato un ostacolo "fisico", la presenza di un presidio che provvede a tenere ben separate le acque di fiume da quelle marinizzate della laguna. Si rende quindi necessario interrompere l'avanzamento delle navi fluvio-marine e provvedere

ad effettuare delle “concate” per tenere separate le tipologie d’acqua, dolce e salmastra. Superato l’ostacolo fisico della conca, ci si ritrova nelle medesime condizioni di navigazione che si incontrano navigando con la soluzione che prevede il passaggio lungo la Busa di Tramontana. I natanti devono percorrere il tratto iniziale della Busa di Tramontana, imboccare il Po di Pila e raggiungere la centrale di Porto Tolle, affrontando l’eventuale corrente fluviale.

Sulla base delle considerazioni effettuate, la Tabella seguente riporta, qualitativamente, il confronto tra le due soluzioni analizzate:

Ipotesi	Busa di Tramontana	Laguna di Barbamarco
Sensibilità delle aree attraversate e disturbi indotti sugli habitat locali		
Sicurezza rispetto ad eventi incidentali		
Modalità e le tempistiche associate ai trasporti		
Interferenze con le attività antropiche eventualmente già in essere		
Attività di dragaggio		
Morfodinamica degli accessi a mare		
Opere di difesa		
Accessibilità all'impianto		

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche delle 2 soluzioni esaminate. La cromia permette di valutare qualitativamente gli effetti di ogni soluzione: colore rosso: impatto elevato; colore giallo: impatto medio; colore verde: impatto basso.